



Rakennetun omaisuuden paikkatietojen laatumalli

Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulun
maankäyttötieteiden laitoksella tehty diplomityö

Espoo, toukokuu 2014

Metsätalousinsinööri (AMK) Matti Mäntynen

Valvoja: Professori Kirsi Virrantaus

Ohjaaja: Tekniikan tohtori Jaana Mäkelä

Tekijä Matti Mäntynen		
Työn nimi Rakennetun omaisuuden paikkatietojen laatumalli		
Koulutusohjelma Geomatiikka		
Pääaine Geoinformatiikka	Professuurikoodi Maa-123	
Työn valvoja Professori Kirsi Virrantaus		
Työn ohjaaja TkT Jaana Mäkelä		
Päivämäärä 26.5.2014	Sivumäärä 46 + 18	Kieli suomi

Tiivistelmä

Metsähallituksessa rakennetun omaisuuden paikkatietoja ylläpidetään Reiska-nimisellä paikkatietosovelluksella. Tämän ohella käytössä on useita itse kehitettyjä paikkatietosovelluksia, jotka yhdessä muodostavat Metsähallituksen paikkatietojärjestelmän. Tässä diplomityössä esitellään laatumalli Metsähallituksen rakennetun omaisuuden paikkatietojen laadun arviointia ja varmistamista varten. Työ alkaa kirjallisuustutkimuksella, jossa tutustutaan paikkatiedon laadun teoreettiseen taustaan, paikkatiedon laadunhallinnan historialliseen kehitykseen sekä olemassa oleviin standardeihin ja suosituksiin.

Laatumalli pyrittiin toteuttamaan työn alkuosassa kuvattuun tietoon ja kokemukseen pohjautuen. Työssä pyrittiin ensiksi tunnistamaan laatuvaatimukset, sekä edelleen näiden pohjalta tunnistamaan laatutekijät ja niistä johdetut laatumittarit. Laatumalli tehtiin osana Reiska-paikkatietojärjestelmän laatutiedot -hanketta Metsähallituksen luontopalvelut -yksikössä. Hankkeen tavoitteena on Metsähallituksen rakennusten, rakennelmien ja reittien eli rakennetun omaisuuden paikkatietojen jatkuvan laadunhallinnan menetelmien kehittäminen ja tiedon tuotteistaminen.

Koko paikkatiedon hallinnan kokonaisuutta tulisi tarkastella jatkuvan parantamisen näkökulmasta. Jatkuva laadun parantaminen edellyttää, että sekä tuotantoprosessia että tiedon laatua arvioidaan säännöllisesti. Tiedon laadun arvioinnin tulee perustua nyt laadittuihin laatumallissa oleviin mittareihin, joita tarkistetaan ja päivitetään tarpeen mukaan. Laadun arvioinnin käyttöönottoa voidaan perustella sillä, että se tuottaa säästöjä tiedon luotettavuuden ja palvelujen parantumisen sekä virheiden korjaustarpeen vähentymisen myötä. Tämän työn tuloksia voidaan pitää hyvin rohkaisevina. Paikkatiedon laadunhallintaa on sitä tuottavassa organisaatiossa mahdollista tehdä ja kehittää, jos organisaatio vain on kypsä siihen. Tämän työn tuloksia voidaan jatkossa soveltaa, laajentaa ja ottaa käyttöön koskemaan myös muita Metsähallituksessa tuotettavia paikkatietoja.

Avainsanat laadunhallinta, ISO, standardisointi, JHS, laatutekijät, laatumittarit, laatumalli, arviointimenetelmä, laatutulos, laaturaportti, tietotuote

Author Matti Mäntynen			
Title of thesis The Quality Model for Geographical Information on Built Property			
Degree Programme Geomatics			
Major Geoinformatics		Code of professorship Maa-123	
Thesis supervisor Professor Kirsi Virrantaus			
Thesis advisor D.Sc. (Tech.) Jaana Mäkelä			
Date 26.5.2014	Number of pages 46 + 18	Language Finnish, English abstract	

Abstract

The geographic information (GI) of the built property owned by Metsähallitus is administered through the Reiska GI system. Several self-developed GI applications are additionally in use, which jointly form the GI system used by Metsähallitus. This master's thesis presents a quality model for the quality assessment and control of the GI concerning the built property owned by Metsähallitus. The thesis begins with a literature overview, which explores the theoretical background of GI quality, the historical development of GI quality control, and the existing standards and guidelines.

The data and experiences described at the beginning of this thesis were the basis to which the quality model was aimed to be implemented on. The thesis initially aimed to recognize any required quality requirements. Furthermore, quality elements and the quality measures derived from them were also recognized, based on these requirements. The quality model was formed as part of the Reiska GI system quality data project, led by the Natural Heritage Services business unit of Metsähallitus. The project's aim is to develop continuous GI quality control methods for the buildings, structures, and trails, i.e. the built property owned by Metsähallitus and to productize information concerning them.

Continuous improvement should be considered when inspecting GI governance as a whole. Continuous quality improvement requires the regular assessment of both the production process and information quality. Information quality assessment should be based on the quality model measures compiled here, which will be inspected and updated accordingly. Quality assessment implementation can be justified because it incurs savings as information trustworthiness and service improvements increase and the need for error correction decreases. The results produced in this work can be considered very promising. GI quality control and its development is possible in the organizations producing it, as long as the organizations are mature enough. The results produced in this work can be applied, broadened, and implemented to incorporate other GI information types produced by Metsähallitus.

Keywords quality management, ISO, standardization, data quality elements, measures, quality model, evaluating method, quality result, quality report, data product

Termit ja lyhenteet

aineisto	Yksilöitävä kokoelma tietoja (ISO 19115:2002)
AQL	Acceptable Quality Level: hyvä laatutaso.
DQL	Declared Quality Level: ilmoitettu laatutaso
ESDIN	European Spatial Data Infrastructure with a Best Practice Network
GIS	Geographic Information System (suom. paikkatietojärjestelmä)
GNSS	Global Satellite Navigation Systems
GPS	Global Positioning System
INSPIRE	Infrastructure of Spatial Information in Europe
ISO	International Organization for Standardization
JHS	Julkisen hallinnon suositus
JUHTA	Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta
kohde	Objekti, joka vastaa yksilöitävissä olevaa reaali maailman abstraktia tai konkreettista asiaa tai ilmiötä (Sanastokeskus TSK ry 2014).
kvalitatiivinen	Laadullinen
kvantitatiivinen	Määrällinen
malli	Järjestelmän, prosessin, laitteen tai käsitteen pelkistetty esitys (Sanastokeskus TSK ry 2014).
paikkatieto	Tieto kohteista, joiden paikka Maan suhteen tunnetaan (Sanastokeskus TSK ry 2014).
Python	Tulkattava ohjelmointikieli
Shape-tiedosto	Esri shapefile: vektorimuotoinen paikkatietoformaatti
TAB-tiedosto	MapInfo TAB: vektorimuotoinen paikkatietoformaatti
VBA	Visual Basic for Applications: ohjelmointikieli
XML	Extensible Markup Language: merkintäkieli

Sisältö

1	Johdanto	7
1.1	Tutkimuksen tausta	7
1.2	Tutkimuksen tavoite ja rajaukset	9
2	Teoreettinen tausta	11
2.1	Laadun käsite	11
2.2	Laatu paikkatiedoissa	11
2.2.1	Sisäinen ja ulkoinen laatu	13
2.3	Laatumalli	15
2.4	Paikkatiedon laadun tutkimus	15
3	Laadun arvioinnin menetelmät	17
3.1	ISO-standardit ja tekniset spesifikaatiot	17
3.2	Laatutekijät	18
3.2.1	Mitattavat laatutekijät	19
3.2.2	Kuvailevat laatutekijät	20
3.3	Laatumittarit	20
3.3.1	Laadun perusmittarit ja laatutekijöiden mukaiset laatumittarit	20
3.3.2	Laatumittarin rakenne	21
4	Paikkatiedon laadunhallinnan ja arviointimenettelyn viitekehys	22
4.1	Paikkatiedon laadunhallinnan rakenne	22
4.1.1	Laadun suunnittelu	24
4.1.2	Laadunohjaus ja varmistus	25
4.1.3	Laadun mittaus ja arviointi	26
4.1.4	Laadun parantaminen	26
4.2	Paikkatiedon laadun arviointimenettely	26
4.2.1	Laatukuvauksen laajuus	27
4.2.2	Paikkatiedon laatutekijät	28
4.2.3	Laatumittarin tunnistaminen	28
4.2.4	Laadun arviointimenetelmät	28
4.2.5	Laadun arvioinnin etenemisjärjestys	29
4.2.6	Laatutulos	30
4.2.7	Paikkatiedon laadun raportointi	32
5	Esimerkkejä toteutetuista laatuhankeista	33
5.1	ESDIN-projekti	33

5.2	Maastotietojen laatumalli.....	34
6	Laatumallin toteutus rakennetun omaisuuden paikkatiedoille.....	36
6.1	Lähtötilanne ja tavoitteet	36
6.2	Tietotuotteet ja tietolajit.....	37
6.3	Laatumalli	38
6.3.1	Laatuvaatimukset	38
6.3.2	Laatutekijöiden ja laatumittareiden tunnistaminen.....	38
6.3.3	Laatumittarit.....	38
6.4	Arviointimenettely	39
7	Tulokset ja johtopäätökset	40
	Lähteet	43
	Liitteet.....	46

Liitteet

Liite A: Laatumittarit (15 s.)

Liite B: SQL-kyselyt, esimerkkejä (3 s.)

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Tämä diplomityö juontaa kirjoittajan monivuotisesta työskentelystä Metsähallituksessa paikkatietojärjestelmien ja -aineistojen parissa. Näiden kuluneiden vuosien aikana paikkatiedon hallinnassa käytettävät järjestelmät ja niiden taustalla olevat teknologiat ovat kehittyneet merkittävästi ja näillä järjestelmissä ylläpidettävät tieto- ja aineistokokonaisuudet ovat laajentuneet jatkuvasti. Alusta asti on ollut kuitenkin selvää, että teknologia ja järjestelmät eivät itsessään ratkaise kysymystä näiden järjestelmien tietovarastoissa olevien ja niillä ylläpidettävien aineistojen laadusta, vaan laadun hallinta tulee ymmärtää omana, järjestelmien kehittämisen rinnalla kehitettävänä prosessinaan.

Metsähallitus on maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalalla toimiva valtion liikelaitos. Luonnonsuojelua koskevissa asioissa Metsähallitus on ympäristöministeriön ohjauksessa. Metsähallitusta koskevaa lainsäädäntöä ollaan uudistamassa ja uudistamistyön tavoitteena on uuden metsähallituslain voimaan saattaminen vuoden 2015 aikana. Tätä kirjoitettaessa muutoksen sisältö on vielä työn alla, eikä ole tarkkaan tiedossa millaisella organisaatiorakenteella Metsähallitus jatkaa vuodesta 2015 eteenpäin. Metsähallituksen perustehtävänä on omistajan määrittelemien periaatteiden mukaisesti hoitaa, käyttää ja suojella hallinnassaan olevia valtion metsätalousalueita, luonnonsuojelu- ja erämaa-alueita, yleisiä vesialueita sekä huolehtia muiden omistajan maa- ja vesialueilleen asettamien tavoitteiden saavuttamisesta. Metsähallituksella on hallinnassaan yli 12 miljoonaa hehtaaria valtion omistamia maa- ja vesialueita. Maa-alueita on noin 9 miljoonaa hehtaaria, joka on noin neljäsosa Suomen maapinta-alasta. Vesistöjä, joista suurin osa on yleisiä vesialueita, on yli 3 miljoonaa hehtaaria.

Metsähallitus harjoittaa toimialaansa ja ydinosaamisalueisiinsa liittyvää liiketoimintaa joko liikelaitoksen tulosalueina tai tytäryhtiöinä toimialoinaan metsään ja muuhun luontoon liittyvät palvelut, tuotteet ja konsultointi kotimaassa ja ulkomailla. Tytäryhtiöt voivat olla täysin Metsähallituksen omistamia tai niiden omistuspohja voi olla laajempi. Metsähallituksen toiminnan ytimen muodostavat metsätalous ja luonnonsuojelu. Liiketoiminnot keskittyvät maa-, metsä- ja vesiomaisuuden taloudelliseen hyödyntämiseen. Metsätalouden lisäksi tähän kokonaisuuteen kuuluvat metsäpuiden siemen- ja taimikauppa, maa-aines- ja tonttikauppa sekä alan konsultointi. Lisäksi Metsähallitus on mukana luontomatkailussa. Liiketoiminnan harjoittamisen ohella Metsähallitus tuottaa sen hallinnassa olevaan omaisuuteen liittyviä, valtio-omistajan määrittelemiä ja valtaosin rahoittamia yhteiskunnallisia palveluja.

Paikkatietojärjestelmät ja -aineistot ovat tärkeässä osassa Metsähallituksen strategisessa johtamisessa ja operatiivisessa toiminnassa. Voidaan hyvin sanoa, että käytännössä kaikki päätöksenteko kaikilla tasoilla perustuu siihen tietoon, jota on olemassa hallinnassa olevista luonnonvaroista ja muusta omaisuudesta, eli paikkatietoon. Käytössä on tällä hetkellä useita itse kehitettyjä paikkatietosovelluksia, jotka yhdessä muodostavat koko Metsähallituksen paikkatietojärjestelmän. Näillä sovelluksilla tuotetaan ja ylläpidetään yli kymmentä erilaista paikkatietoaineistoa. Pisimpään käytössä ovat olleet metsätalouteen ja kiinteistönhallintaan liittyvät järjestelmät.

Metsähallituksen paikkatietojärjestelmillä ja niillä tuotettavilla ja ylläpidettävillä paikkatietoaineistoilla on sekä sisäisiä että ulkoisia käyttäjiä. Sisäisiä käyttäjiä ovat ensisijaisesti eri tulosalueiden liiketoimintaprosessit, jotka ylläpitävät paikkatietoa osana jokapäiväistä operatiivista toimintaansa sekä siinä tapahtuvan päätöksenteon tukena. Järjestelmien viimeaikaisen kehittämisen myötä niiden suorakäyttöä on avattu joidenkin paikkatietojärjestelmäkokonaisuuden osasovellusten ja aineistojen osalta myös luonnonsuojeluhallinnolle, jota Metsähallituksen luontopalvelujen lisäksi edustavat ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja Työvoima- ja elinkeinokeskukset (ELY-keskukset).

Metsähallituksen suojelualuetietojärjestelmässä (SATJ) tuotettu paikkatieto suojelluista alueista on osa INSPIRE-direktiivin liitteen I määrittelyjen mukaan tuotettavaa Suojellut alueet -tietotuotetta. Samaan tietotuotteeseen kuuluvat myös Museoviraston muinaisjään-
nösrekisterin muinaisjään-
nösaineisto sekä rakennettu suojeltu rakennusperintö. Merkittävä osa näistä Museoviraston aineistoista, eli valtion maalla sijaitsevien suojeltujen kulttuuri-
perintökohteiden tiedot, ovat pääosin peräisin Metsähallituksen rakennetun omaisuuden paikkatietojärjestelmästä.

Rakennetun omaisuuden paikkatietoja (rakennukset, rakennelmat, reitit) luovutetaan Metsähallituksesta korvauksetta kaikille niitä haluaville tahoille, muun muassa yrityksille, jotka tekevät erilaisia kuluttajatuotteita, kuten karttapalveluja ja -aineistoja asiakkailleen. Metsähallitus näyttää muun ohella tätä rakennettujen kohteiden aineistoa, suojelu- ja retkeilyalueaineistoa sekä metsästys- ja kalastuslupa-alueaineistoa omassa Internet-karttapalvelussaan. Metsästys- ja kalastuslupan hankkinut asiakas voi siten tulostaa käyttöönsä lupa-alueen kartan karttapalvelusta. Retkeilyreittiaineistoa on myös luovutettu Maanmittauslaitokselle edesauttamaan maastotietojen ylläpitoa Maastotietokannassa. Aineiston luovutuksen mukana ei anneta tietoa sen laadusta, koska sitä ei tunneta riittävällä tarkkuudella. Tämä laatutiedon puuttuminen on omiaan vähentämään aineiston käytettävyyttä ja arvoa.

Vaikka Metsähallitus on merkittävä paikkatiedon tuottaja ja käyttäjä, ei sillä ole käytössään systemaattista menetelmää tuotettavien paikkatietojen laadun varmistamiseksi eikä paikkatietojen laadun arvioimiseksi. Tämä on todettu merkittäväksi puutteeksi, joka on tarpeen korjata. Metsähallituksen velvollisuutena on muun muassa raportoida vuosittain suojelu- ja retkeilyalueilla olevien ja ylläpidettävien retkeilyrakenteiden määrästä ja kehityksestä niiden rahoituksesta vastaaville ministeriöille. Tämä raportointi perustuu paikkatietojärjestelmässä oleviin tietoihin. On osoittautunut, että raportoitavassa tiedossa on huomattava epävarmuus tiedon laatuongelmien vuoksi. Ilman tarkempaa laadun arviointia ei kuitenkaan voida sanoa kuinka suurista laatuongelmista, ja sitä kautta tiedon epävarmuudesta, on tosiasiaa kysymys.

Suomessa on tehty huomattava määrä paikkatietoalan laadun tutkimusta viimeisen reilun vuosikymmenen aikana. Eräänä merkittävänä tapauksena laatututkimuksessa voidaan pitää Kari Ingbergin (2004) lisensoitettua kehittämää Puolustusvoimien paikkatietojen laatumallia, joka oli ensimmäinen suomalainen paikkatiedon laatumalli. Toinen merkittävä tutkimus tältä alalta on Antti Jakobssonin (2006) väitöskirja, joka kosketti laadunhallintaa Maanmittauslaitoksen maastotietojen tuotannossa.

1.2 Tutkimuksen tavoite ja rajaukset

Tämän diplomityön tavoitteena on kehittää laatumalli Metsähallituksen rakennetun omaisuuden paikkatietojen laadun arviointia ja varmistamista varten. Tässä työssä tarkastellaan ainoastaan rakennettuihin kohteisiin liittyviä paikkatietoja: rakennukset, rakennelmat, sillat, arkeologiset kohteet ja reitit. Tämän työn tuloksia voidaan jatkossa soveltaa, laajentaa ja ottaa käyttöön koskemaan myös muita Metsähallituksessa tuotettavia paikkatietoja. Edellä esitetty raja on tarpeen, koska Metsähallituksen koko paikkatietokokonaisuus on erittäin laaja ja koostuu sisällöltään, rakenteeltaan ja tuotantotavaltaan erilaisista aineistoista. Näillä aineistoilla on organisaation sisällä eri omistajat ja eri sisäiset ja ulkoiset käyttäjät. Jokaisen aineiston laatua ja laatuvaatimuksia on siten tarkasteltava eri lähtökohdista ja aineistojen laatumallit ja laadunarviointi on toteutettava erikseen näistä lähtökohdista käsin.

Tutkimuksen tavoite voidaan tiivistää muutamaaan kysymykseen, joihin tässä työssä pyritään löytämään vastaukset.

- Miten kyseessä oleville rakennetun omaisuuden paikkatiedoille voidaan toteuttaa toimiva laatumalli kohtuullisella työpanoksella?
- Miten laatumalli on toteutettavissa olemassa olevien standardien ja suositusten pohjalta?
- Miten varmistetaan, että syntyvä laatumalli on sellainen, että tiedontuottajaorganisaation voidaan odottaa ryhtyvän tekemään säännöllisesti laadunarviointia sen pohjalta?
- Mitä laatumallin tulee sisältää?

Ensimmäiseen kysymykseen liittyy muun muassa laatuvaatimusten tunnistaminen. On tarpeen tunnistaa oleelliset laatuvaatimukset ja kehittää laatumallia näiden pohjalta ja rajata vähemmän oleelliset ulkopuolelle. Tällä pyritään säästämään työaikaa ja kustannuksia sekä laatumallin kehittämisessä että sen pohjalta toistuvasti toteutettavissa laadunarvioinneissa.

Toinen kysymys lähtee siitä, että on tarkoituksenmukaista hyödyntää mahdollisimman hyvin olemassa olevaa tietoa. Samalla saadaan kokemuksellista tietoa olemassa olevan tiedon soveltuvuudesta käytännön tilanteessa. Asetelma voidaan siten nähdä pienimuotoisena tapaustutkimuksena teorian soveltamisesta käytäntöön ja työssä syntyvä uusi tieto on palautte tästä prosessista.

Kolmas kysymys asettaa pohdinnan alle sen, että laatumalli on tarkoituksenmukaista laatia ainoastaan silloin kun on oletettavissa, että sitä hyödynnetään laadunarvioinnissa tulevaisuudessa. Tällöin on tarkasteltava muun muassa sitä, että laatumalli on riittävän selkeä ja ymmärrettävä siten, että laadunarviointia tekevä henkilö kykenee sen kohtuudella ja oikein tekemään ja raportoimaan laatutuloksen oikein ja ymmärrettävällä tavalla. Vähintään yhtä tärkeä asia on, että laadunarviointiprosessi ei saa muodostua niin työlääksi ja kalliiksi, että tuottajaorganisaatio ei ota sitä käyttöön tai luopuu siitä säästösyistä. Neljäs kysymys hakee vastausta laatumallin sisältöön tässä kyseisessä tapauksessa.

Tämä työ rajoittuu ainoastaan laatumallin kehittämiseen. Laatumallin avulla tehtävä varsinainen laadunarviointimenettely ja laatutuloksen raportointi eivät siten kuulu tämän työn sisälle. Työssä laaditaan kuitenkin ohjeet ja suositukset laadun arvioinnin ja laatutuloksen raportoinnin suorittamiseen.

Aikaisemmin Metsähallituksen paikkatiedon laatua on tarkastellut Tolonen (2008) tutkielmassaan Metsähallituksen metsäkuviopolygonien muodostaman kuvioverkon laadusta ja mahdollisuuksista laadun parantamiseen. Tavoitteena oli ollut selvittää paikkatietoaineistojen laadun mittaamiseen soveltuva tapa, tutkia Metsähallituksen kuvioverkon laatua ja tehdä suosituksia laadun parantamiseen. Tavoitteena ei ole ollut luoda laatujärjestelmää kuvioverkon laadunhallinnan tueksi, vaan löytää yleisesti hyväksytty tapa laadun mittaamiseen ja yleisesti hyväksytyt mittarit kuvioverkon laadun analysointiin. Lähestymistavasta johtuen tutkielmassa tutkittiin vain kuvioiden geometrian laatua, kuvioiden ominaisuustietojen laadun analysointi oli rajattu tutkielman ulkopuolelle.

2 Teoreettinen tausta

2.1 Laadun käsite

Pirsig (1986, s. 199) pohtii laatua tähän tapaan: “Laatu... tietäähän sen mitä se on, mutta silti ei tiedä mitä se on. Mutta tuo on ristiriitainen väite. Mutta onhan jokin jotain muuta parempaa, toisin sanoen siinä on enemmän laatua. Mutta kun yrittää sanoa mitä se laatu on, paitsi niitä asioita joissa sitä on, se kaikki katoaa käsistä. Ei ole mitään mistä puhua. Mutta jos ei osaa sanoa mitä Laatu on, mistä tietää mitä se on tai mistä tietää että sitä yleensä on olemassa? Jos kukaan ei tiedä mitä se on, silloin sitä ei käytännön kannalta ole lainkaan olemassa. Mutta käytännössä se kuitenkin *on* olemassa. Mihin muuhun arvosanat voivat perustua? Miksi ihmiset muuten maksaisivat jostain omaisuuksia ja heittäisivät jotain muuta roskakoriin? Ilmeisesti on sellaista, joka on muuta parempaa... mutta mitä se “paremmuus” on?... Niin sitä kiertää kehää yhä uudelleen, pyörittää henkisiä rattaita, mutta mistään ei löydy kunnon vetoa. Mitä hittoa Laatu on? Mitä se on?”

Edellä oleva pohdinta käsittelee varsin filosofisella tasolla olevaisen olemusta ja sen kirjoittaja puhuukin useaan otteeseen kyseisessä teoksessa laadun metafysiikasta. Sana laatu juontaa juurensa latinankielisestä sanasta ”*qualitas*” ja edelleen antiikin filosofeihin Aristoteles ja Cicero. Laatu voidaan kiteyttää esimerkiksi kysymykseen ”*mikä se on?*” tai vastauksena kysymykseen, joka välittömästi seuraa ensimmäisestä ontologisesta kysymyksestä ”*onko olemassa?*”. (Devillers et al. 2006, s. 35)

Tässä työssä, sen aihepiiri ja raja-alue huomioon ottaen, ei luonnollisestikaan tutkita laatua edellä olevan kaltaisesta ontologisesta näkökulmasta, vaan huomattavasti konkreettisempaan, pääasiassa mitattavissa olevana suureena. On kuitenkin hyvä tiedostaa, että laatu on huomattavasti laajempi ja moniulotteisempi asia kuin jonkin ilmiön mitattavissa oleva ominaisuus, vaikka se sellaiseksi voidaan rajatusta tapaustutkimuksessa tai ennalta mallinnetussa mittausprosessissa määritelläkin.

Kun jonkin ilmiön tai asian laatua halutaan tarkastella konkreettisemmin, voidaan asettaa laatukriteerejä sen arvioimiseksi ja mittaamiseksi. Tuuralan (2010) mukaan laatukriteerit ovat tuotteen tai palvelun ominaisuuksia, joiden suhteen laadukkuutta arvioidaan erilaisilla laatumittareilla. Arviointityössä laadulla tarkoitetaan tällöin ilmiön arvotettavaa ja vertailtavaa laadukkuutta. Esimerkiksi paksuudeltaan ja tasaisuudeltaan vaatimuksen mukaisia arvoja vastaava maalipinta on laadultaan hyvä. Palveluiden laatua voidaan tarkastella esimerkiksi suhteessa palvelusuunnitelmassa toiminnalle ja tuloksille asetettuihin tavoitteisiin. Palvelun laatua voi olla vaikkapa koettu palveluhalukkuus tai palvelun saavutettavuus, joka on mitattavissa jonotusajan kestonä. Koettu laatu on aina suhteellista, jolloin ratkaisevaa on arvioitsijan kokemukselleen antama sisäinen merkitys. Palveluissa kyse on aina vuorovaikutuksesta. Tällöin palvelun kyky vastata asiakkaan tarpeita ja odotuksia kuvastaa palvelun laatua. (Tuurala 2010)

2.2 Laatu paikkatiedoissa

Kysymykseen paikkatiedon laadun merkityksestä van Oort (2005, s. 2–3) toteaa, että 1980-luvulta lähtien huoli paikkatietojen laadusta on kasvanut kahden kehityskulun seurauksena: (1) paikkatietojärjestelmien (GIS) ilmaantuminen 1960-luvulla ja (2) 1970-luvulta lähtien satelliittien kautta saatavan kaukokartoitustiedon voimakas lisääntyminen. Paikkatietojärjestelmien laajamittaisen käyttöönoton myötä muiden kuin alan ammattilaisten määrä käyt-

täjinä on lisääntynyt. Paikkatietoa käytetään entistä enemmän varsinaisen työ- ja tuotanto-käytön lisäksi mitä moninaisimmassa harrastuksissa ja harrastuspohjalta toteutetuissa sovelluksissa. Edelleen edellytykset yhdistää eri aineistoja keskenään ovat kasvaneet huomattavasti. Paikkatiedon laajamittainen käyttö eri sovellutuksissa ei kuitenkaan edellytä niiden käyttäjältä sitä, että tämä aina ottaisi riittävissä määrin huomioon tiedon laatua. (van Oort. 2005, s. 2–3)

Paikkatiedon laatuongelmat eivät ole uusi, vasta havaittu asia, vaan niitä on esiintynyt aina geomaatiikan alalla. Devillers et al. (2006, s. 17) mainitsee, että tämä ongelma on entisestään kasvanut merkittävästi viime vuosina niin Internetin kehityksen kuin paikkatietojen ja -järjestelmien saatavuuden helpottumisen sekä digitaalisessa muodossa olevan paikkatiedon käytön lisääntymisen myötä monilla eri aloilla. Paikkatiedolle on erityisesti tunnusomaista, että se koostuu aina kahdesta pääkomponentista, eli sijainnista, josta tieto on kerätty, ja ominaisuustiedoista. Ominaisuustiedot voivat olla mitä moninaisimpia kvantitatiivisia arvoja tai laadullisia luokkia. (Stein et al. 2006, s. 108)

Kaikkeen paikkatiedon käyttöön vaikuttaa aina käytettävän tiedon laatu. Laatu voi silloin viitata johonkin tiedon ominaisuuteen (kuinka tarkka ominaisuuden arvo on, kuinka tarkasti se on luokiteltu), tai yhtä hyvin sijaintitiedon tarkkuuteen. Nämä asiat ovat yleensä kysymyksessä, kun käsitellään paikkatiedon laatua (Stein et al. 2006, s. 108). Vaikka monet yleensä yhdistävät laadun käsitteen ainoastaan kerätyn aineiston, kuten GPS-paikannuksella saadun tiedon sijaintitarkkuuteen, on sen sisältö kuitenkin paljon laajempi, ja sillä on vaikutusta kaikkiin paikkatiedon hankinnan, hallinnan, viestinnän ja käytön prosesseihin (Devillers et al. 2006, s. 17). Kun paikkatiedon laatua käsitellään laajemmassa asiayhteydessä, puhutaan yleensä tiedon epävarmuudesta (en. uncertainty) (Virrantaus et al. 2002 sit. Ingberg 2004 s. 4).

Useissa sovelluksissa on tarpeen tarkastella yhdessä ja yhdistää eri lähteistä peräisin olevia paikkatietoaineistoja. Tällöin useimmissa tapauksissa kelvollisen tuloksen saamiseksi käytettäviltä aineistoilta edellytetään erittäin hyvää laatua, koska yhdistämisessä käytettävät välineet ja ohjelmistot eivät itsessään takaa laadukasta lopputulosta. Tämän vuoksi käyttäjän tulee olla huolellinen tulkitessaan yhdistelyn kautta saatua lopputulosta. Näin ollen voi osoittautua erittäin hankalaksi tai jopa mahdottomaksi yhdistää sellaisia aineistoja, joilta laatutiedot puuttuvat. (Jakobsson 2002, s. 4). Myös Horttanainen et al. (2004, s. 473) tähdentävät, että aineistoja yhdistelevissä analyyseissä tuloksen epävarmuus luonnollisesti riippuu lähdeaineistona käytettävien aineistojen epävarmuudesta. Pääasiallinen ongelma tämänkaltaisissa tutkimuksissa näyttää olevan lähdeaineistojen puuttuvat laatutiedot (Horttanainen et al. 2004, s. 473).

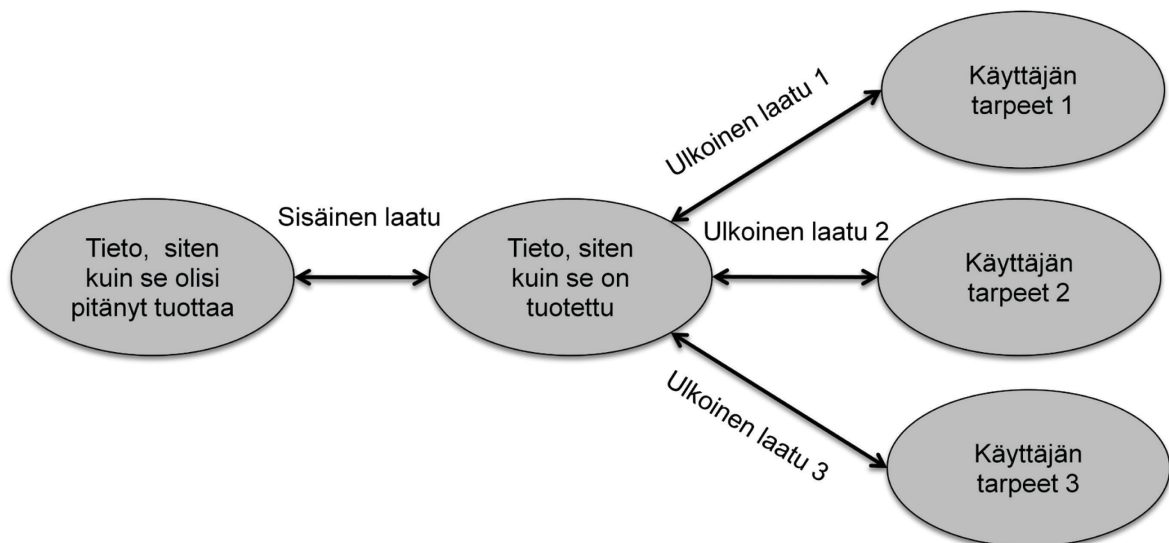
Paikkatiedon laadun arvioinnissa keskitytään yleensä seuraaviin seitsemään pääkohtaan. Sijaintitarkkuus kuvaa koordinaattien tarkkuutta ja paikkansapitävyyttä, kun taas temaattinen tarkkuus käsittelee ominaisuustietojen paikkansapitävyyttä. Edelleen ajallinen tarkkuus käsittelee tiedossa tapahtuvia muutoksia ajan suhteen ja looginen eheys sitä, miten kerätty tieto on loogisessa suhteessa muuhun tietoon. Historiatieto koskee kysymystä, kuinka tieto on kerätty, sekä sitä kuinka tieto on syötetty tietokoneohjelmaan. Semanttinen paikkansapitävyys käsittelee kysymystä, kuvaako tieto sitä mitä sen on tarkoitus kuvata, ja semanttinen täydellisyys käsittelee kysymystä, onko olemassa jotain jota tietoaaineistoon tulisi vielä lisätä. (Stein et al. 2006, s. 108–109)

2.2.1 Sisäinen ja ulkoinen laatu

Vaikka laadun merkityksestä ja tärkeydestä ollaan laajalti yhtä mieltä, määritelmät siitä mitä laatu tarkalleen ottaen on, vaihtelevat huomattavasti eikä yksimielisyyttä yhdestä ainoasta laadun määritelmästä ole olemassa. Tästä erimielisyydestä huolimatta edellisessä luvussa esitetyt seitsemän laadun arvioinnin pääkohtaa ovat yleisesti hyväksyttyjä. Tarkastelijan näkökulmasta riippuu, onko laadukas tuote hänen mielestään virheetön, vai pelkästään sopusoinnussa käytetyn tuotemäärittelyn kanssa. Toisille taas se on tuote, joka vastaa sen käyttäjän sille asettamia odotuksia. (Devillers et al. 2006, s. 36)

Devillers et al. (2006, s. 36) tuo esiin, että useissa lähteissä nämä määritelmät on ryhmitelty kahteen ryhmään, sisäiseksi ja ulkoiseksi laaduksi, joista ensimmäisellä tarkoitetaan virheetöntä tuotetta ja toisella tuotetta, joka vastaa käyttäjän tarpeisiin. Kun käsitellään paikkatiedon laatua, se käsitetään useimmiten sijaintitiedon paikkansapitävyytenä eli yhtenä sisäisen laadun tunnusmerkeistä. Muodollisemmat laadun määritelmät ovat sen sijaan useimmiten yhteydessä ulkoiseen laatuun. Näiden kahden erilaisen näkökulman takia asia on aiheuttanut usein sekaannusta myös alan kirjallisuudessa. (Devillers et al. 2006, s. 36)

Kuvassa 1 on esitetty pelkistetyllä tavalla sisäisen ja ulkoisen laadun käsitteet. Toisella puolella sisäinen laatu kuvaa sitä yhdenmukaisuuden astetta, joka vallitsee ihanneaineiston ja tosiasiasa tuotetun aineiston välillä. Toisella puolella ulkoinen laatu kuvaa sitä yhdenmukaisuuden astetta, joka vallitsee tuotetun aineiston ja käyttäjän tarpeiden välillä.



Kuva 1. Sisäisen ja ulkoisen laadun käsitteet (Devillers et al. 2006, s. 36 mukaillen).

Laadun käsite pitää sisällään jo sen ajatuksen, että tuotettu aineisto ei aina välttämättä ole täydellistä ja se voi poiketa siitä tavoiteaineistosta, johon sen tuotantoprosessissa tulisi pyrkiä. Aineisto voi siten sisältää erilaisia virheitä, jotka ovat voineet syntyä missä tahansa sen tuotantoprosessin vaiheessa. (Devillers et al. 2006, s. 36)

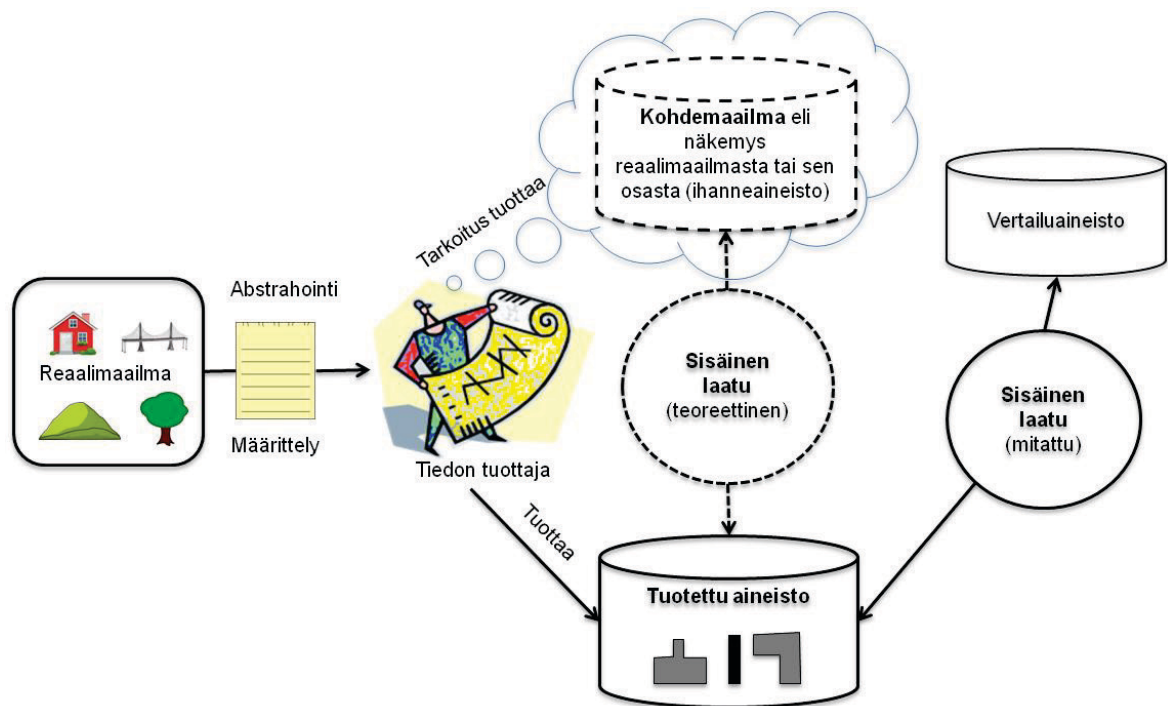
Sisäinen laatu

Sisäinen laatu kuvaa sitä yhdenmukaisuuden astetta, joka vallitsee tuotetun aineiston ja virheettömän täydellisen tavoiteaineiston välillä (kuva 2). Tätä täydellistä ihanneaineistoa

kutsutaan suomen kielessä kohdemaailmaksi. Englanninkielisissä lähteissä esiintyvät tavallisesti tätä vastaavat käsitteet ”nominal ground” tai ”universe of discourse”. (David et al. 1997. sit. Devillers et al. 2006, s. 37) määrittelee kohdemaailman tuotemäärittelyn läpi suodatettuna kuvana todellisesta maailmasta tietyllä ajanhetkellä.

Tietotuotemäärittely on dokumentti, jossa asetetaan vaatimukset, jotka tuotteen tulee täyttää (David et al. 1997. sit. Devillers et al. 2006, s. 37). Tietotuotemäärittely koostuu joukosta erilaisia sääntöjä ja vaatimuksia, joiden mukaan tiedon todellisesta maailmasta tulisi siirtyä tietoaineistoon. Tuotemäärittely voi sisältää esimerkiksi esitettävien kohteiden kuvaukset, erilaiset geometriatyypit kunkin kohdeluokan esittämiseksi, kohdeluokkien attribuutit sekä näiden mahdolliset arvot. (Devillers et al. 2006, s. 37)

Sisäinen ja ulkoinen laatu voivat myös esiintyä joissain tapauksissa sisäkkäin laadun arviointiprosessissa. Devillers et al. (2006, s. 38) lainaten: ”Sisäisen laadun arviointi sisältää ulkoisen osion, jossa aineistoa verrataan vertailuaineistoon, sekä sisäisen osion, joka riippuu siitä mitä laatutekijää ollaan todentamassa. Esimerkiksi sijaintitarkkuuden arviointi tehdään ulkoisesti, kun taas topologisen eheyden arviointi tehdään sisäisesti.”



Kuva 2. Sisäisen laadun käsittemalli (Devillers et al. 2006, s. 38 mukaillen).

Ulkoinen laatu

Ulkoisen laadun avulla halutaan kuvata, kuinka hyvin tuote vastaa kulloisessakin asiayhteydessä sen käyttäjän tarpeisiin ja odotuksiin. Tällöin ulkoisen laadun käsite on usein tapana liittää laatusanaan ”parempi”. Edelleen ulkoisen laadun voidaan ymmärtää laajemmassa merkityksessä kuvaavan tuotteen niitä ominaispiirteitä, jotka vastaavat tuotteen ky-

kyä vastata sille asetettuihin ja oletettuihin vaatimuksiin. Näin ollen ulkoista laatua usein kuvataan käyttökelpoisuudeksi (en. fitness for use) tai sopivuudeksi tiettyyn käyttötarkoitukseen (en. fitness for purpose). (Devillers et al. 2006, s. 39). Ulkoinen laatu ei siten ole absoluuttinen ominaisuus tietoaineistolle, vaan se riippuu aina käyttäjän odotuksista, aikaisemmista kokemuksista, asiayhteydestä ja käyttötarkoituksesta. Myös tietoaineiston saatavuus, käytettävyys ja kustannukset ovat osa sen ulkoista laatua.

Ulkaisen laadun arviointi voi sisältää laatutekijöitä, jotka kuvaavat sisäistä laatua. Kun arvioidaan vastaako tietoaineisto tarvetta, voidaan katsoa kattaako se vaadittavan maantieteellisen alueen sopivalta ajanhetkeltä sisältäen tarvittavat kohdetyypit ja niiden attributit. Lisäksi tarkastellaan, onko sijaintitarkkuus riittävä, onko se täydellinen ja niin edelleen. Kaksi viimeksi mainittua laatutekijää kuvaavat sisäistä laatua. (Devillers et al. 2006, s. 40)

2.3 Laatumalli

Laatumalli on määritelty Paikkatietosanastossa (1999 sit. Ingberg 2004, s. 87) seuraavasti: ”Laatumallissa kuvataan, mistä tekijöistä (tietojen) laatu muodostuu ja miten eri laatutekijöitä mitataan. Tietyn aineiston laatumallissa voidaan myös antaa laadun vaatimustasot.” Ingberg (2004, s. 6) kuvaa Puolustusvoimien paikkatietojen laatumallia asiakokonaisuudeksi, joka määrittelee paikkatiedon laadunhallinnan yleiset periaatteet, laatutekijät, -mittarit, -testauksen sekä lautatietojen esittämisen. Siten laatumalli luo yhtenäisen käsitteistön ja menetelmät paikkatietojen laadunhallintaan. (Ingberg 2004, s. 6)

Laatumalli on paikkatietojen laatuvaatimukset tietokohteittain sisältävä malli, jossa määritellään myös laadunvalvonnan prosessit. Laatumalli-käsitteellä tarkoitetaan aineistohankinnan prosessissa paikkatiedon laadunhallintaan sovellettavia menetelmiä, työkaluja, tietoja ja taitoja. (Ingberg 2004, s. 73)

Myös organisaation johdolle voidaan määritellä tehtäviä laatumallin ja laadunhallintajärjestelmän kautta. Tällaisia johdon tehtäviä ovat muun muassa lautupolitiikan määrittely ja lautatavoitteiden asettaminen sekä niiden merkityksen korostaminen organisaatiossa sen eri tasoilla. Johto myös varmistaa resurssien saatavuuden ja laadunhallintajärjestelmän toteuttamisen ja ylläpidon sekä asiakkaan vaatimuksiin keskittymisen. Lisäksi johto päättää lautupolitiikkaa ja -tavoitteita koskevista toimenpiteistä, laadunhallintajärjestelmän tai laatumallin parantamisesta sekä niiden katselmoinnista. (Ingberg 2004, s. 24)

Laatumallia voidaan soveltaa paikkatiedon laadunhallinnan yleisenä viitekehyksenä erityisesti silloin, kun organisaatio hankkii aineistoja ulkopuolisilta toimittajilta. Tällöin laatumalli toimii aineistojen lautatason arvioinnin apuvälineenä. Laatumallin käyttöönotto tarjoaa monia hyötyjä paikkatietoaineistojen hankinta- ja välitysprosessille. Laatumallin avulla saavutettavia käytännön hyötyjä ovat muun muassa prosessin yhdenmukaistuminen ja helpottuminen sekä käyttösoveltuvuuden arvioinnin ja vaihtoehtojen aineistojen vertailun mahdollistuminen. (Ingberg 2004, s. 73)

2.4 Paikkatiedon laadun tutkimus

Jo 1980-luvun lopulta lähtien kysymykset paikkatiedon tarkkuudesta ja epävarmuudesta ovat olleet kärkiaiheita paikkatietoalan tutkimuksessa. Noista ajoista lähtien tutkimuspanoksia on suunnattu paikkatiedon epävarmuuden kuvaamiseen sekä analyysiin ja erilaisiin alan sovelluksiin. Tavoitteena on muun ohella ollut parantaa ymmärtämystä sijainti-

tiedon epävarmuudesta ja kehittää siltä pohjalta menetelmiä ja tekniikoita paikkatiedon laadunhallintaan. (Li et al. s. 2277). Paikkatiedon laatu ja siihen liittyvät kysymykset ovat merkittävässä osassa paikkatietoalan tutkimuksessa. Yksi maailmanlaajuisesti johtavia alan tutkijoita on professori Michael Goodchild Kalifornian yliopistosta Yhdysvalloista. (Li et al. s. 2287). Suomessa paikkatiedon laatuun liittyvää tutkimusta on alusta asti tehty Aalto yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulun Maankäyttötieteiden laitoksen geoinformatiikan tutkimusryhmässä professori Kirsi Virrantauksen johdolla.

Tutkimusten pohjalta on vuosien varrella kehitetty kansainvälisiä laatustandardeja, joista viimeisimpänä ISO 19157 (2013). Näitä standardeja käsitellään tarkemmin luvussa 3. Pitkää kehitystyöstä huolimatta standardit eivät kuitenkaan kata kaikkia näkökulmia, joita paikkatiedon laatuun voi olla. Standardien näkökulma on ollut tähän asti lähinnä tiedonkeruuseen ja tuottamiseen liittyvä. Edellä mainitussa uusimmassa ISO-standardissa mukaan on tullut uutena näkökulmana ja laatutekijänä myös käytettävyys, jolloin aineiston käyttäjän tarpeita ja vaatimuksia voidaan ottaa paremmin huomioon. Standardit eivät tietenkään sano viimeistä sanaa laadusta, vaan ne tulevat hyvin todennäköisesti kehittymään ja muuttumaan edelleen sekä tutkimuksen kautta saadun tiedon että uusien vaatimusten ilmaantumisen myötä. Paikkatietoanalyysit ovat erityisesti sellainen osa-alue, jossa tiedon laadulla on keskeinen merkitys, ja jolla tutkimusta laadun merkityksestä tehdään.

Li et al. (2012 s. 2287) haluavat painottaa, että edelleen on monia paikkatiedon laatuun liittyviä kysymyksiä, joita on tarpeen tutkia. Kirjoittajat mainitsevat tällaisina jatkotutkimuksen aiheina laadun arvioinnin, virheiden kulkeutumisen sekä ajantasaisuudeltaan, sijaintitarkkuudeltaan ja mittakaavaltaan toisistaan poikkeavien aineistojen visualisoinnin. Näissä tutkimuksissa mukaan voivat muun muassa tulla sellaiset menetelmät kuin todennäköisyysteoria ja sumea logiikka. Myös työkaluja laadun kuvaamiseen ja metadata-analyysiin voidaan kehittää. (Li et al. s. 2287)

Nopeasti lisääntynyt paikkatietojen tuottaminen ja käyttäminen sekä verkkopalvelujen voimakas kasvu viime vuosina ovat olleet omiaan tuomaan esiin uusia haasteita paikkatietoalan ja erityisesti laadun tutkimukseen (Larrivé et al. 2011 s. 1). Kun paikkatieto on näin tullut entistä enemmän osaksi tavallisten kuluttajien arkea, monet heistä olettavat tiedon olevan aina oikeaa ja luotettavaa, vaikka tosiasiasa näin ei aina ole. Käyttäjien käsitys paikkatietojen ja paikkatietopalvelujen laadusta on usein erilainen kun alan asiantuntijoiden. Tietojen virheellinen käyttö ja virheelliset tulkinnat ovat riskejä, jotka voivat johtaa vakaviinkin vahinkoihin ja onnettomuuksiin. Yhteiskunnan olisi siten huolehdittava keinoista, joilla estetään virheelliset tulkinnat, ja käyttäjien sekä ympäristön turvallisuus taataan. Tällöin myös lainsäädäntö ja oikeudelliset kysymykset tuovat oman näkökulmansa paikkatietojen käyttöön ja niiden laatuun. (Larrivé et al. 2011 s. 6)

Nykyisellään paikkatietojen ja paikkatietopalveluiden vastuukysymykset saattavat vielä olla monesti avoimia. Tällöin tarvitaan uutta tutkimusta, jonka avulla paikkatietojen ja paikkatietopalvelujen laatua voidaan parantaa ja niitä voidaan kehittää luotettavammiksi ja turvallisemmiksi niiden käyttäjille. Tulevaisuudessa tutkimuksen ja kehittämisen kohteita voisivat muun muassa olla aineistojen ja palvelujen tarkastaminen, auditointi ja sertifiointi. (Larrivé et al. 2011 s. 6)

3 Laadun arvioinnin menetelmät

3.1 ISO-standardit ja tekniset spesifikaatiot

Tarve standardoiduille laadunarviointimenetelmille on perusteltu ISO 19114 -standardissa (2003. sit. Ingberg 2004, s. 2) seuraavasti: ”Paikkatietoaineistojen laatutason arvioimiseksi tarvitaan selkeästi määriteltäviä testimenetelmiä, joita käytetään yhtenäisellä tavalla. Testimenetelmiä käyttämällä aineistojen tuottaja voi todeta, kuinka hyvin aineisto vastaa laatutasoltaan etukäteen sovittuja laatuvaatimuksia. Toisaalta aineiston loppukäyttäjä voi testimenetelmillä myös varmentaa aineiston laatutason ja vahvistaa luottamusta aineiston soveltuvuudesta tiettyyn käyttötarkoitukseen.”

Laadun mittaamiseksi on laadittu standardeja, joiden avulla voidaan edelleen rakentaa laatujärjestelmiä. SFS:n ISO-standardin mukaan: ”Laatua on tuotteen tai palvelun kaikki piirteet ja ominaisuudet, joilla se täyttää asetetut tai oletetut tarpeet.” (SFS-EN ISO 9004-2 1994 s. 5). Myös paikkatiedoille on laadittu useita standardeja, jotka määrittävät paikkatiedon laatua ja sen kuvaamista. Näistä tärkeimmät ovat ISO 19113 GI – Quality principles, ISO 19114 GI – Quality evaluation procedures ja ISO/TS 19138 GI – Data quality measures. Vuonna 2013 julkaistiin uusi standardi ISO 19157 GI – Data quality, joka yksinään yhdistää ja korvaa edellä luetellut standardit.

Euroopan komission direktiiviehdotus (KOM (2004) 516) eurooppalaisen paikkatietoinfrastruktuurin perustamisesta sekä tämän pohjalta annettu direktiivi 2007/2/EY (INSPIRE) ovat nostaneet esille paikkatiedon laadunhallinnan suosituksen tarpeellisuuden ja vaikuttaneet sen sisällön määrittelyyn. Keskeisten paikkatietoaineistojen onnistunut yhteiskäyttö eri viranomaisten kesken edellyttää tietoaineistojen laadun tuntemista, jonka tuotannon aikainen systemaattinen laadunohjaus ja -seuranta tekevät mahdolliseksi. Edellä mainitun direktiiviehdotuksen ja direktiivin pyrkimyksenä on juuri tällaisen yhteiskäytön mahdollistaminen ja edistäminen. (JHS 160, s. 2)

Suomessa julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA hyväksyy julkisen hallinnon suositukset (JHS) ja sen alainen JHS-jaosto ohjaa suositusten laatimista. JHS-järjestelmä luo edellytykset palvelujen ja toimintojen kehittämiseksi, tehostaa olemassa olevan tiedon hyödyntämistä ja sitä kautta myös parantaa julkisen hallinnon tuloksellisuutta. Lisäksi JHS-järjestelmä pyrkii edistämään sekä julkisen hallinnon sisäistä että julkisen ja yksityisen sektorin välistä yhteistyötä, tietojärjestelmien yhteentoimivuutta ja niiden turvallisuutta. (JUHTA 2014a). Julkisen hallinnon suositusten laatimisen tarkoituksena on tuottaa varsinaisia standardeja helppolukuisempi ohjeisto. JHS-strategiassaan JUHTA toteaa, että JHS-suosituksen tulee olla ristiriidaton SFS-standardien tai Suomea velvoittavien eurooppalaisten standardien tai normien kanssa. Tästä periaatteesta poiketen JHS-suositus voi kuitenkin suositella yksittäisen standardin käyttöä tai antaa standardien soveltamista koskevia ohjeita. (JUHTA 2014a)

Paikkatiedon laadunhallinnan ja arviointimenettelyn viitekehys perustuu kansainvälisiin standardeihin. Tämä viitekehys on määritelty paikkatiedon laadunhallintaa käsittelevässä JHS 160 -suosituksessa, jonka keskeiset kokonaisuudet ovat paikkatiedon laadun mittaaminen, arviointi sekä laatu tulosten raportointi. Suositus julkaistiin vuonna 2006 ja sen kehittämistyöstä vastasi silloisen Teknillisen korkeakoulun, nykyisen Aalto-yliopiston, Geoinformatiikan tutkimusryhmä. Suositus on tarkoitettu paikkatiedon tuottajille, joiden tehtä-

vänä on arvioida tietoaaineistonsa laatua asiakkaan vaatimusten mukaisesti sekä raportoida arvioinnin tuloksena saadut laatu tulokset. Lisäksi tuottaja ja asiakas voivat hyödyntää suositusta myös paikkatiedon laatuvaatimusten määrittelyssä (JUHTA 2014b). Asiakkaan odotusten ja vaatimusten täyttäminen on JHS 160 -suosituksen lähtökohtana. Siten suositus korostaa tuottajan vastuuta paikkatiedon laadun ohjauksessa ja -varmistuksessa. (JHS 160, s. 2–3)

JHS 160 perustuu pääasiassa ISO 19113, ISO 19114 ja ISO/TS 19138 -standardeihin. Suosituksessa ei varsinaisesti käsitellä paikkatietojen käytön ja yhdistelemisen problematiikkaa, vaan sen painopiste on paikkatiedon tuotannossa. Suositus on paikkatiedon laadun hallintaa koskeva yleisluontoinen esitys, eikä se sellaisenaan sisällä tietoa minkään tietyn paikkatietoaineiston laatuvaatimuksista. (JHS 160, s. 3)

3.2 Laatutekijät

Kumi-Boateng et al. (2010, s. 510) ilmaisevat oman käsityksensä paikkatiedon laadusta ja laatutekijöistä seuraavasti: ”Laatu ymmärretään kaikkina niinä tuotteen ominaisuuksina, jotka vastaavat tuotteelle asetettuihin vaatimuksiin ja tarpeisiin. Ilman tarkempaa kuvausta näistä ominaisuuksista, joita perinteisesti kutsutaan paikkatiedon laatutekijöiksi, edellinen määritelmä jää merkityksettömäksi.”

Seuraavassa on edellisten kirjoittajien osittain laatima luettelo niistä lähteistä, joista nykyisin yleisesti käytössä olevien laatutekijöiden kuvaukset ovat peräisin. Lähteet on esitelty historiallisessa järjestyksessä (Kumi-Boateng et al. 2010, s. 510):

- Aronoff (1989) esitteli laadun hallinnan näkökulmasta luonnoksensa standardiksi United States of America Spatial Data Transfer Standard (USA-SDTS).
- USA-SDT (1992) sisältää osion paikkatiedon laatutekijöistä. Standardi hyväksyttiin 1992 ja se sisällytettiin myöhemmin USA metadata -standardiin.
- Guptill et al. (1995) julkaisivat International Cartographic Associationin (ICA) nimissä kirjan nimeltään ”Elements of Spatial Quality”.
- Euroopan standardointikomitean (CEN) tekninen komitea 287 (CEN/TC287) kehitti vuonna 1989 eurooppalaisen esistandardin (ENV 12656). Samaan aikaan ISO aloitti myös standardin laadinnan ja CEN/TC287 työ sulautettiin Kansainvälisen standardointijärjestön (ISO) tekniseen komiteaan ISO/TC211 (Kresse et al. 2004).
- Kansainvälisen standardointijärjestön (ISO) tekninen komitea (ISO/TC211) julkaisi vuosina 2002–2003 useita kansainvälisiä paikkatietostandardeja: 19113 (Quality principles), 19114 (Quality evaluation procedures) ja 19115 (Metadata). Lisäksi vuonna 2005 julkaistiin 19138 (Data quality measures).
- Vuonna 2013 ISO/TC211 kumosi edellisen kohdan standardit 19113, 19114 ja 19138 ja julkaisi uuden näiden sisällöstä tarkistetun ja yhdistetyn standardin 19157 (Geographic information – data quality).

3.2.1 Mitattavat laatutekijät

Yleisesti määriteltyjen laatutekijöiden soveltaminen on aina aineistokohtaista, koska kaikki laatutekijät eivät ole aina sovellettavissa kulloinkin kyseessä olevan tietoaaineiston laadun arviointiin. Alla luetellut mitattavissa olevat laatutekijät on kuvattu ISO 19157 -standardissa seuraavalla tavalla:

- **Täydellisyys** (Completeness): Laatutekijä kuvaa kohteiden ja niiden ominaisuuksien ja yhteyksien olemassaolon tai puuttumisen. Osatekijöitä ovat ylimääräinen tieto ja puuttuva tieto. Keskeistä näiden virheiden havaitsemiselle on tietää, minkä tiedon tulee ja minkä ei tule kuulua tiedon tuottajan tarkoittamaan täydelliseen tietoaaineistoon.
- **Looginen eheys** (Logical consistency): Laatutekijä kuvaa tietomallin, rakenteiden, ominaisuuksien ja yhteyksien sääntöjenmukaisuuden. Osatekijöitä ovat käsitteellinen eheys, arvojoukkoeheys, formaattieheys ja topologinen eheys. Looginen eheys osoittaa, kuinka tarkasti tietoaaineisto noudattaa tietomallia.
- **Sijaintitarkkuus** (Positional accuracy): Laatutekijä kuvaa sijainnin määrittämisen tarkkuutta. Osatekijöitä ovat absoluuttinen sijaintitarkkuus eli kohteelle ilmoitettujen ja todellisten koordinaattien läheisyys, rasteritiedon sijaintitarkkuus eli rasterin pikselien sijainnin läheisyys verrattuna niiden kuvaamien kohteiden todelliseen sijaintiin sekä suhteellinen sijaintitarkkuus eli kohteiden suhteellisen sijainnin tarkkuus verrattuna kohteiden todelliseen suhteelliseen sijaintiin.
- **Ajallinen tarkkuus** (Temporal accuracy): Laatutekijä kuvaa kohteiden aikaan liittyvien ominaisuuksien ja yhteyksien tarkkuutta. Osatekijöitä ovat ajan mittauksen tarkkuus, ajallinen eheys eli ajallisen järjestyksen oikeellisuus ja ajanmukaisuus eli tietojen oikeellisuus suhteessa aikaan.
- **Temaattinen tarkkuus** (Thematic accuracy): Laatutekijä kuvaa mitattavien ja kuvailuvien ominaisuuksien tarkkuutta sekä kohteiden ja niiden välisten yhteyksien luokittelun oikeellisuutta. Osatekijöitä ovat luokittelun oikeellisuus eli luokiteltujen kohteiden tai niiden ominaisuuksien vertaaminen kohdemaailmaan, ei-quantitatiivisen ominaisuustiedon oikeellisuus sekä kvantitatiivisen ominaisuustiedon tarkkuus eli mittausmenetelmällä todennettavan kohteen mitattavan ominaisuuden tarkkuus.
- **Käytettävyys** (Usability element): Käytettävyys perustuu käyttäjien asettamiin vaatimuksiin. Kaikkia laatutekijöitä voidaan käyttää käytettävyyden arvioinnissa. Laadun arviointi voi perustua tiettyihin käyttäjän vaatimuksiin, joita ei kuitenkaan voida kuvata edellä esitetyillä laatutekijöillä. Tällaisessa tapauksessa käytettävyys-laatutekijää tulee käyttää kuvaamaan tietoaaineiston soveltuvuutta tiettyyn sovelluskohteeseen tai tietoaaineiston vaatimustenmukaisuutta.

Edellä esiteltyjen laatutekijöiden avulla on mahdollista muun muassa tehdä arviointia tietoaaineiston uudelleenkäytettävyydestä. Arviointityön toteuttaminen edellyttää tätä varten kehitetyn käsitteellisen viitekehyksen. Tämän lisäksi tarvitaan järjestelmä, jolla paikkatietoa voidaan tarjota käyttäjille tinkimättä sen laadusta. (Kumi-Boateng et al. 2010, s. 511)

3.2.2 Kuvailevat laatutekijät

Kuvailevilla laatutekijöillä voidaan ilmaista määritellyn tietojoukon sellaisia laatutietoja, jotka eivät ole mittaamalla todennettavissa. Kuvailevia laatutekijöitä ovat ISO 19157:n mukaan:

- **Historiatiedot** (Lineage): Laatutekijä kuvaa tietoaineiston syntyhistoriaa, kuten aineiston keruuseen ja prosessointiin liittyvää tietoa. Osatekijöitä ovat prosessointihistoria eli tietoaineistolle tuotannon ja ylläpidon yhteydessä tehdyt toimenpiteet sekä alkuperätiedot eli mistä aineistoista kyseinen tietoaineisto on johdettu.
- **Käyttötarkoitus** (Purpose): Laatutekijä kuvaa, mihin tarkoitukseen tietoaineisto on alun perin luotu. Tämä tarkoitus ei ole välttämättä sama kuin se, mihin aineistoa käytännössä käytetään.
- **Käyttökokemukset** (Usage): Laatutekijä kuvaa, miten tietoaineiston tuottaja tai käyttäjä käyttää tai on käyttänyt kyseistä tietoaineistoa.

3.3 Laatumittarit

Laadunarviointiin liittyy aina vertailuasetelma. Siksi käytettävien laatumittareiden tulee olla yhtenäisiä ja selkeästi määriteltyjä, jotta kahden tai useamman tietoaineiston laadun keskinäinen vertaileminen onnistuisi. Arvioitavan perusjoukon laadusta ei välttämättä saada riittävää kuvaa yhdellä laatumittarilla, joten laadun mittaamiseen voidaan tarvittaessa käyttää useampia laatumittareita. ISO/TS 19138 -spesifikaatiossa paikkatiedon laadun mittaamiseen soveltuvat laatumittarit on määritelty laatutekijäkohtaisesti. (JHS 160, s. 15)

Spesifikaatio on tarkoitettu tukemaan paikkatiedon käyttäjää tietoaineistojen vertailussa. Se tarjoaa käyttäjän tueksi vertailun edellyttämän yhtenäisen ja yksikäsitteisesti ymmärrettävän laadun mittariston. Tietoaineistojen vertailun lisäksi tällaisten mittareiden käyttö on välttämätöntä myös täsmällisessä laadun raportoinnissa. (JHS 160, Liite 2 s. 2)

3.3.1 Laadun perusmittarit ja laatutekijöiden mukaiset laatumittarit

Standardissa käytetään toiston välttämiseksi käsitettä ”laadun perusmittari”. Laadun usean eri osatekijän mittaamiseen voidaan käyttää samaa perusmittaria. Standardissa laadun perusmittarit on jaettu kahteen ryhmään: virheellisten tai oikeellisten yksilöiden lukumäärän laskemiseen perustuvat mittarit ja epävarmuuden tilastolliseen mallinnukseen perustuvat mittarit. Mittareissa käytetty käsite ”yksilö” tarkoittaa jollekin muuttujalle mitattua tarkasteltavaa arvoa. Tällöin esimerkiksi yksi etäisyydenmittaushavainto on tässä mittarissa tarkoitettu yksilö ja etäisyys on mitattava suure tai muuttuja. (JHS 160, Liite 2 s. 4). Laatumittarit on lueteltu laatutekijöittäin siten, että erikseen on lueteltu mittarit, jotka soveltuvat täydellisuuden, loogisen eheyden, sijaintitarkkuuden, ajallisen tarkkuuden ja ominaisuustarkkuuden mittaamiseen. (JHS 160, Liite 2 s. 8)

3.3.2 Laatumittarin rakenne

Laatumittarit kuvaillaan taulukon 1 mukaisella rakenteella.

Taulukko 1. Laatumittarin rakenne (JHS 160, Liite 2 s. 3)

Komponentti	Kuvaus	Pakollisuudet
Mittarin nimi	Laatumittarin nimi	Pakollinen
Alias	Laatumittarin jokin muu yleisesti käytetty nimi tai nimet. Alias voi olla myös lyhenne.	Vapaaehtoinen
Mitattava laatutekijä	Mitattava laatutekijä, jolle ko. laatumittaria sovelletaan.	Pakollinen
Mitattavan laatutekijän osatekijä	Mitattavan laatutekijän osatekijä, jolle laatumittaria sovelletaan.	Pakollinen
Laadun perusmittari	Laadun perusmittari, josta laatutekijä on johdettu.	Ehdollinen. Ilmoitettava jos laatumittari on johdettu perusmittarista.
Määritelmä	Laatumittarin tekstimuotoinen määritelmä.	Pakollinen.
Kuvaus	Laadun mittarin laskukaavat selityksineen.	Ehdollinen, ilmoitettava jos tekstimuotoisessa määritelmässä laskentatapaa ei voida riittävän yksiselitteisesti ilmaista.
Parametri	Mahdolliset apumuuttujat (nimi, määritelmä ja kuvaus).	Ehdollinen. Ilmoitettava jos laatumittari käyttää jotain annettua parametria.
Tietotyyppi	Laatumittarilla saatavan laatutuloksen tietotyyppi kuten totuusarvo, reaaliarvo, kokonaisluku, suhdeluku, prosenttiluku tai mitta. Mitta koostuu lukuarvosta ja mittayksiköstä (esim. 5 m).	Pakollinen
Rakenne	Laatutulos voi koostua useasta arvosta, jolloin tulos ei ole yksittäinen arvo. Laatutuloksen rakenne voi olla mm. joukko (set), sarja (sequence), taulukko tai matriisi.	Vapaaehtoinen
Viitetiedot - Laatumittari	Sen lähteen viitetiedot, missä laatumittari on määritetty.	Ehdollinen. Ilmoitettava jos ulkoinen lähde on tiedossa.
ID	Laatumittarin yksiselitteisesti identifioiva tunnistus (oltava kokonaisluku).	Ehdollinen. Ilmoitettava jos laatumittari on rekisterissä.

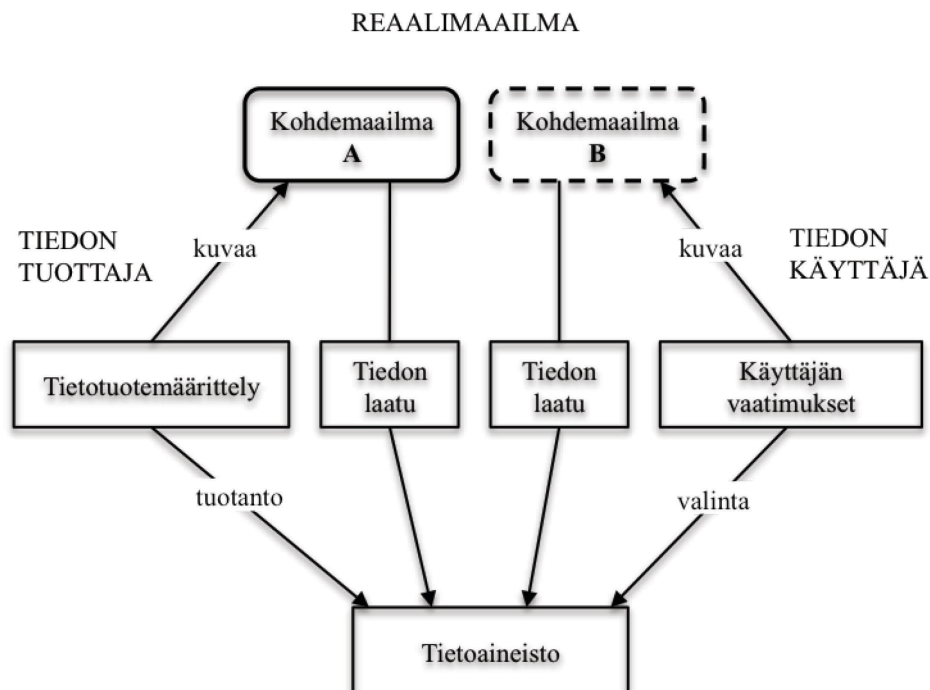
4 Paikkatiedon laadunhallinnan ja arviointimenettelyn viitekehys

4.1 Paikkatiedon laadunhallinnan rakenne

Tässä tarkastellaan edellisessä luvussa esitellyissä standardeissa ja suosituksissa kuvattua paikkatiedon laadunhallinnan viitekehystä siten kuin se on kuvattu ISO 19113 -standardissa ja julkisen hallinnon suosituksessa JHS 160.

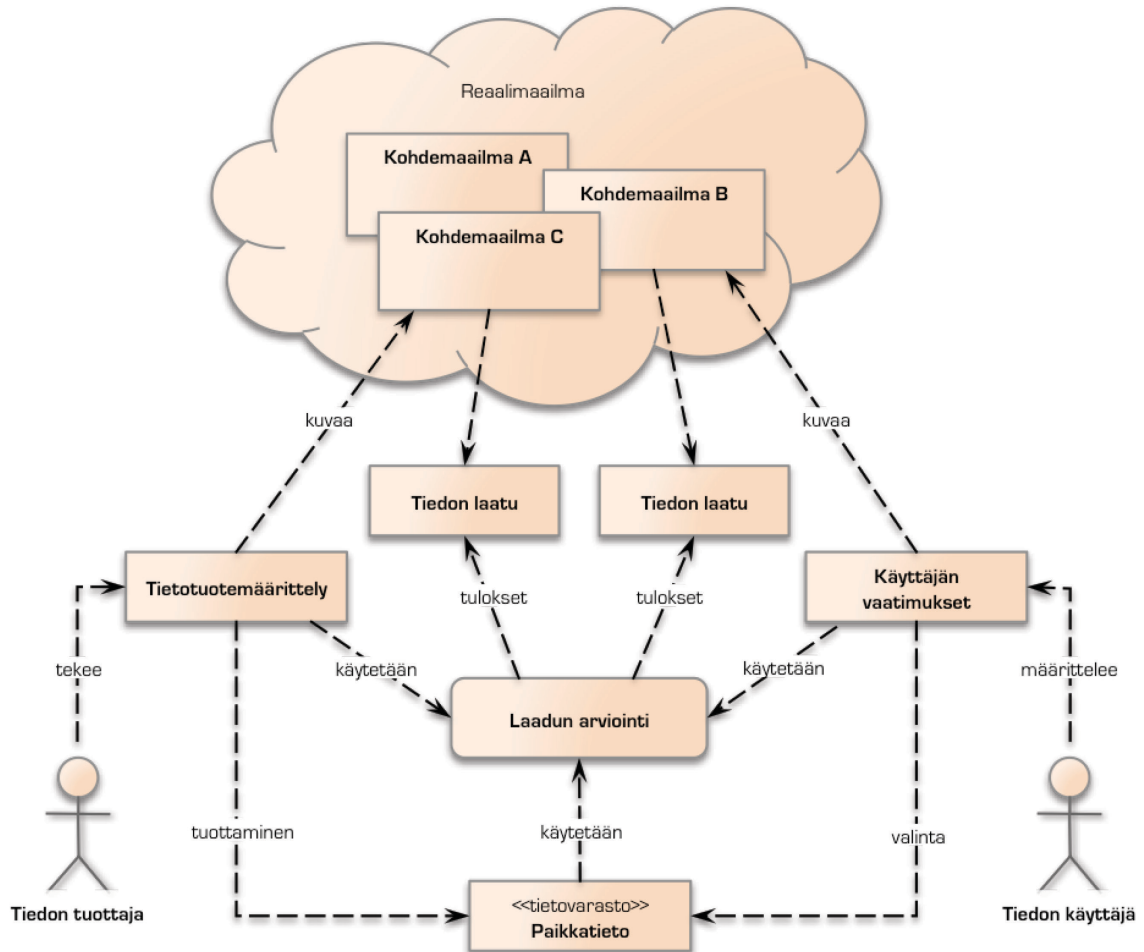
Standardin mukainen laadunhallinta on sovellettavissa sekä tiedon tuottamiseen että sen käyttöön. Kuvassa 3 on esitetty tiedon laadun käsitelmä ISO 19113 -standardin mukaan. Tiedon laadulla pyritään kuvaamaan sitä eroa, joka vallitsee tietotuotemäärittelyssä kuvattun kohdemaailman eli hypoteettisen tai oletetun todellisuuden ja tietoaineiston välillä. Kun sekä tiedon tuottajan että tiedon käyttäjän vaatimukset tiedolle ovat yhdenmukaiset, myös molempien käsitys tiedon laadusta on yhteneväinen. (Mäkelä et al. 2009, s. 8)

Tiedon laatu kuvaa siten eroavaisuuden astetta tietoaineiston ja kohdemaailman välillä. Tiedon tuottajat ja käyttäjät voivat kuitenkin soveltaa laatuvertailussa eri kohdemaailmoja, jolloin heidän määrittelynsä saman tietoaineiston laadulle voivat poiketa toisistaan. Tämän johdosta sekä nykyisessä ISO 19157 että jo lakanneessa ISO 19113 -standardissa keskeinen osa on tietotuotemäärittely, jonka avulla kuvataan yleinen selkeästi ja yksiselitteisesti rakentunut kohdemaailma. Tietotuotemäärittely tulee mahdollisuuksien mukaan luoda jo etukäteen tunnistettujen ja tiedossa olevien käyttäjävaatimusten mukaan. (Mäkelä et al. 2009, s. 8)



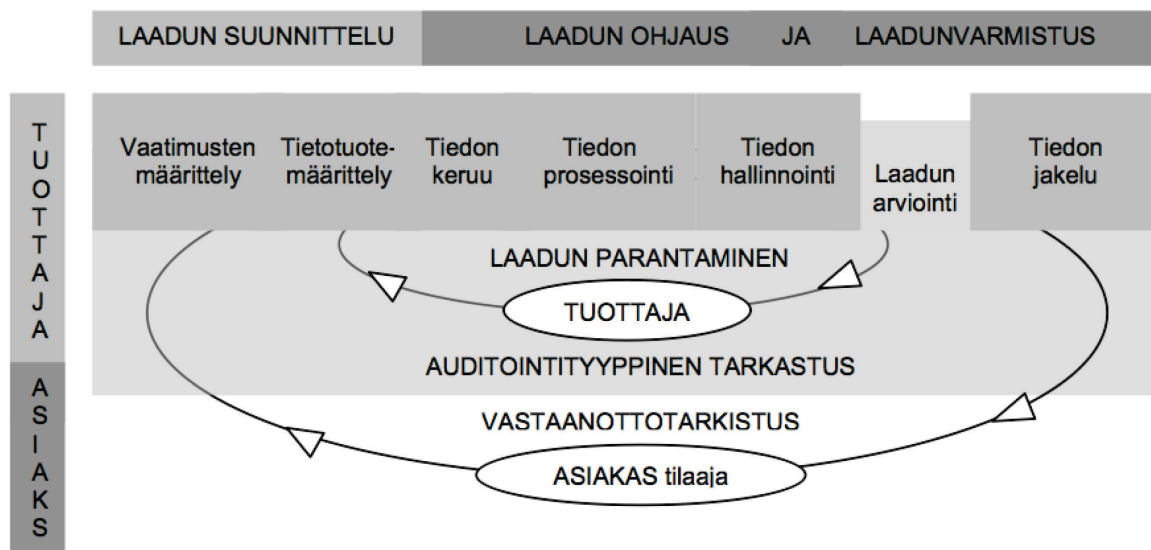
Kuva 3. Tiedon laadun käsitelmä ISO 19113 -standardin mukaan (Mäkelä et al. 2009, s. 8).

Paikkatiedon laadunhallinta voidaan hahmottaa viitekehystenä, joka hyödyntää edellä kuvattua tiedon laadun käsitelmää laadunhallintaprosessia ohjaavana rakenteena. Viitekehysten keskiössä kuvassa 4 on arviointimenettely, joka kohdistuu tietoaaineistoon ja jonka tuloksena saadaan kuvaus tiedon laadusta. Arviointimenettelyn taustalla ovat sekä tiedon tuottajan tekemät tietomäärittelyt että käyttäjän tietoaaineistolle määrittelemät vaatimukset.



Kuva 4. Paikkatiedon laadunhallinnan viitekehys (ISO 19157, s. 29 mukaillen).

Laadunhallinta kokonaisuutena tähtää viime kädessä laadun parantamiseen. Prosessin toimijoina ovat, kuten jo edellä on todettu, sekä tiedon tuottaja että tiedon käyttäjä eli asiakas. Laadunhallinnan kokonaisuus voidaan jakaa kolmeen päätehtävään ja nämä edelleen osatehtäviin. Päätehtäviä ovat laadun suunnittelu, laadun ohjaus ja varmistus, laadun mittaus ja arviointi sekä laadun parantaminen. Kuvassa 5 on esitetty laadunhallinnan kokonaisuus jaoteltuna tehtävittäin ja toimijoittain.



Kuva 5. Laadun suunnittelu, ohjaus, varmistus sekä parantaminen, johon laadun arviointi tähtää, muodostavat laadunhallinnan kokonaisuuden (JHS 160 2006, s. 6).

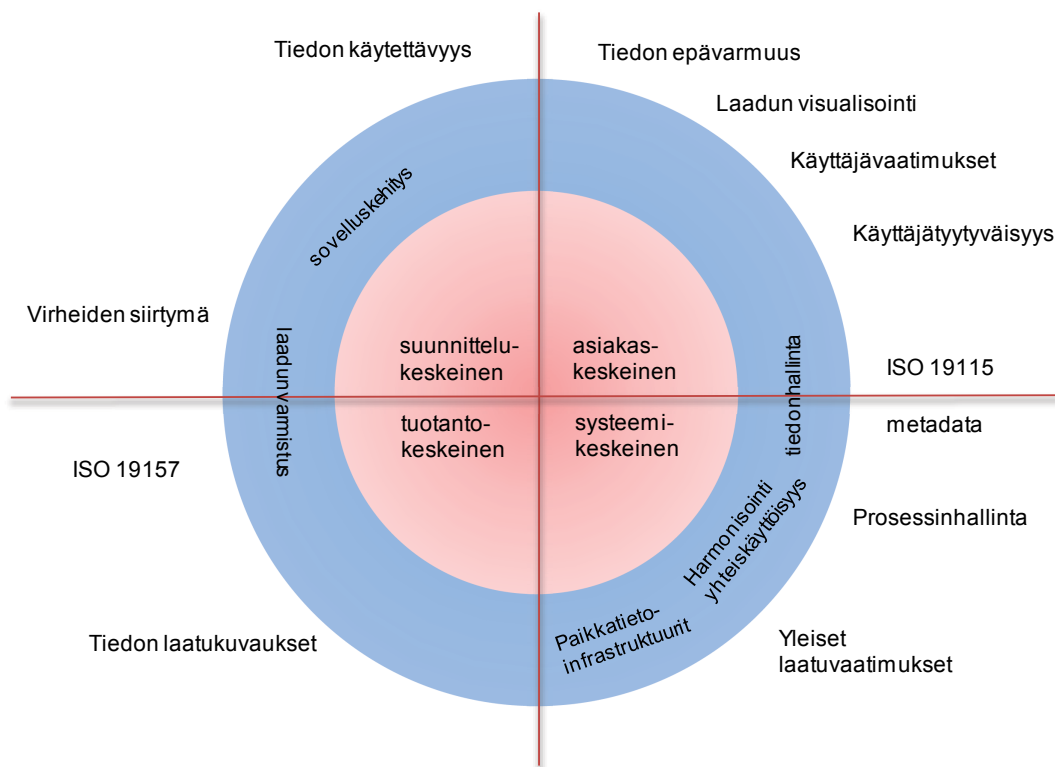
4.1.1 Laadun suunnittelu

Laadun suunnittelussa tuotettava laatumalli voidaan kehittää lähtökohtana joko asiakaskeisyys tai tuotantokeskeisyys. Asiakkaan tarpeet ja odotukset ohjaavat asiakaskeisistä suunnittelua, jolloin suunnitteluprosessissa nämä molemmat seikat on tarpeen tunnistaa ja määritellä mahdollisimman hyvin ja selkeästi. Tällöin laatu liittyy suoraan asiakkaan vaatimukseen ja laatumielikuva syntyy odotusten ja toteutuman välisestä vertailusta. Asiakaskeisessä paikkatiedon laadussa näkökulmana on aina tietoaineiston sopivuus aiottuun käyttötarkoitukseen. Asiakkaan kulloinenkin käyttötilanne ja tarve määrittelevät siten kyseisen käyttöalueen johon laadun on sovittava. (JHS 160 2006. s. 6–7).

Suunnittelukeskeisessä laadussa on myös tunnistettava vaatimukset, jotka ovat tarpeen tietoaineiston määriteltyä käyttöä varten, mutta tehtävä on tiedon tuottajan, koska asiakas ei ole niitä kuvannut. Tässä lähestymistavassa paino on ennen aineiston tuottamista tapahtuvassa suunnittelussa. Keskeistä on tunnistaa ja maksimoida tietoaineiston kokonaissuorituskyvyn kannalta oleelliset tekniset ominaisuudet. Vaatimukset voivat kohdistua vaikkapa aineiston topologiseen eheyteen, jotta aineisto olisi kelvollista sellaisiin paikkatietooperaatioihin, joiden suorittaminen edellyttää onnistuakseen tällaista laadullista ominaisuutta. (JHS 160 2006, s. 7)

Edellä esitettyjen kahden laatunäkökulman lisäksi on olemassa kolmas lähestymistapa laadun suunnitteluun, systeemikeskeinen laatu. Sellaisiin keskeisiin paikkatietoaineistoihin, jotka ovat yhteiskunnassa laajassa käytössä, kohdistuu vaatimuksia ja tarpeita useilta tahoilta. Pyrkimyksenä on tällöin määritellä aineistoon kohdistuvat vaatimukset siten, että ne tyydyttäisivät mahdollisimman hyvin kaikkien eri tahojen tarpeita. Kysymyksessä on tällöin kompromissi eri vaatimusten välillä ja pääpaino on yleensä julkishallinnon tai suurten yksittäisten asiakkaiden tietotarpeissa. Tämä systeemikeskeinen lähestymistapa rajoittaa siten yksittäisen asiakkaan tyytyväisyyden maksimointia, koska tavoitteena on yhteisen hyvän tuottaminen. (JHS 160 2006, s. 7)

Jakobsson (2006, s. 70) toteaa, että paikkatiedon laatu voidaan kuvata käyttämällä laadunhallinnan näkökulmia. Tätä lähestymistapaa on havainnollistettu kuvassa 6. Havaintojen mukaan (Jakobsson 2006, s. 71) suurin osa olemassa olevista laatumäärittelyistä on laadittu tuotantokeskeisen laadun näkökulmasta. Tästä huolimatta voidaan edelleen todeta, että tiedon käytettävyys on tärkeä näkökohta sovellusten ja käyttöliittymien kehittämisessä. Riskianalyysissä sen perusehtona on siinä käytettävän tiedon epävarmuuden selvittäminen ja tunteminen. Yleiset laatuvaatimukset on tarpeen tuntea, kun on tarkoitus käyttää yhdessä ja harmonisoida eri referenssiaineistoja. Systeemikeskeisessä näkökulmassa kyseessä olevat paikkatietoinfrastruktuurit ja niiden tiedonhallinnan tunteminen ovat olennainen osa laadunhallintaa. (Jakobsson 2006, s. 71)



Kuva 6. Eri lähestymistapoja paikkatiedon laatuun laadunhallinnan näkökulmasta (Jakobsson. 2006, s. 71 mukaillen).

Tietotuotemäärittely on dokumentti, joka kuvaa paikkatietotuotteen sisällön ja rakenteen eli vaatimukset siitä millainen tietoaineiston tai -tuotteen tulee olla. Tietotuotemäärittelyn on tarkoitus toimia tietoaineiston tuotantoa ohjaavana dokumenttina. Tietotuotemäärittely syntyy, kun tietoaineistoon liittyvät sekä tietoaineiston käyttäjän eli asiakkaan että tietoaineiston tuottajan määrittelemät vaatimukset on koottu ja kirjoitettu täsmälliseen muotoon määrittelydokumentiksi. (JHS 160 2006, s. 7)

4.1.2 Laadunohjaus ja varmistus

Paikkatiedon tuotantoprosessissa voidaan tunnistaa karkeasti neljä eri vaihetta, jotka ovat tiedon keruu, prosessointi, hallinnointi ja jakelu. Tässä tuotantoprosessissa tarvitaan laadunohjausta, jotta tuotantokeskeisen laadun tavoite eli tietotuotemäärittelyn mukaisen tietoaineiston tuottaminen voidaan toteuttaa kannattavasti. (JHS 160 2006, s. 7)

Tietoaaineiston laatuvaatimusten täyttämiseksi tarvitaan laadunvarmistusta. Laadunvarmistustoimenpiteet ovat se osa laadunhallintaa, jossa varmistetaan onko tietoaaineisto tietotuotemäärittelyn mukainen. Laadunvarmistus ja -arviointi voivat kohdistua yhtä hyvin sekä organisaation toimintaan että sen tuotteisiin. (JHS 160 2006, s. 8)

4.1.3 Laadun mittaus ja arviointi

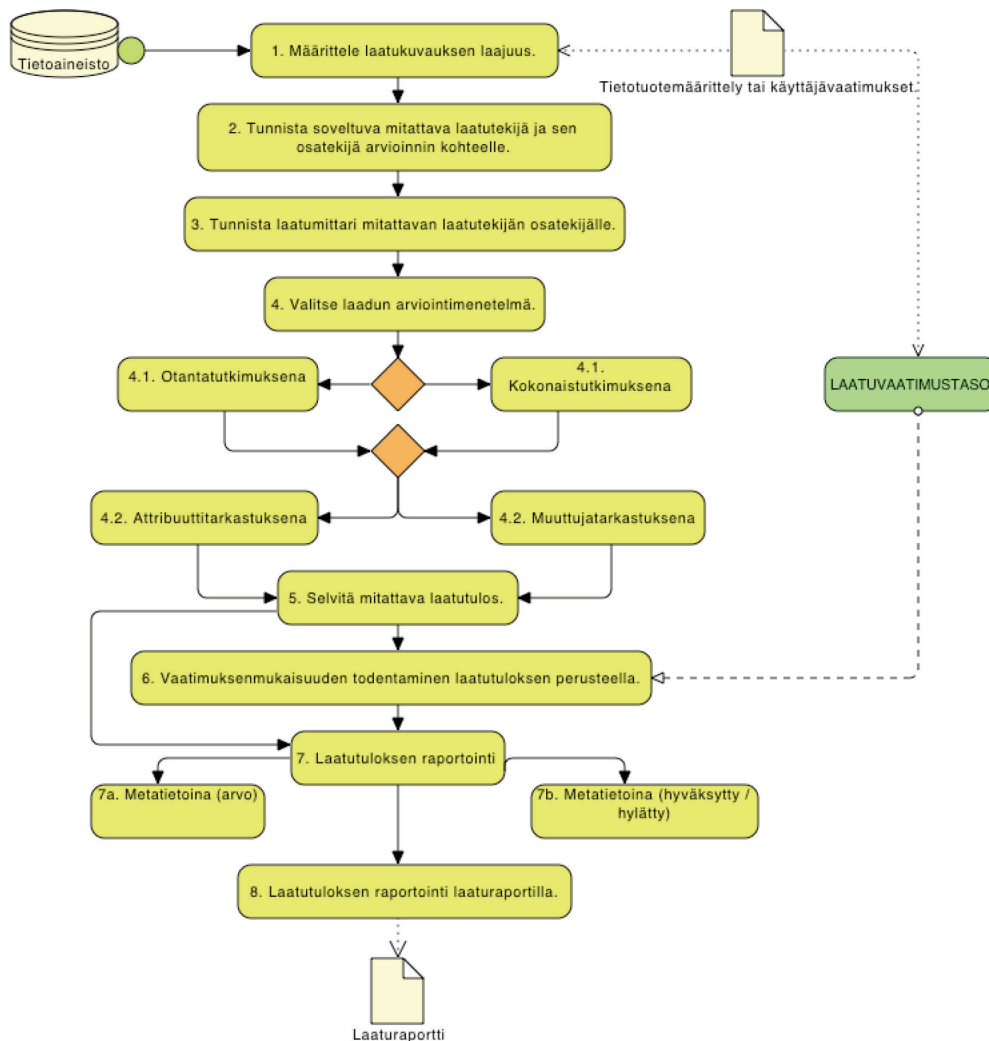
Laadun arvioinnissa toteutunutta laatua verrataan ennalta asetettuihin laatutavoitteisiin. Laadun arviointi suoritetaan mittauksin, joiden tuloksena saadun tiedon perusteella laatua pyritään edelleen parantamaan. Laadun arviointia voidaan tehdä tietoaaineiston kaikissa sen elinkaaren eri vaiheissa, ei ainoastaan tietoaaineiston tuotantoprosessin jälkeisenä erillisenä toimenpiteenä. Arviointi voi lähteä koko organisaation laadunhallintajärjestelmän ja suorituskyvyn tarkastelusta tai kohdistua esimerkiksi sovittuihin menettelyihin, kuten toimintoihin tai prosesseihin. (JHS 160 2006, s. 8)

4.1.4 Laadun parantaminen

Tietoaaineiston käyttäjän eli asiakkaan tarpeet on tunnettava riittävän hyvin, jotta tietoaaineiston laatutavoitteet voidaan kunnolla asettaa. Tämä tarpeiden tuntemus on myös perusedellytys tietoaaineiston laadun parantamiseksi. Laadun parantamiseksi tarvitaan säännöllisiä laatutason mittauksia, joista saatavan tosiasiallisen mittaustiedon pohjalta laadun jatkuva parantaminen on mahdollista. Laadun parantaminen koostuu kaikista niistä toimenpiteistä, jotka tähtäävät sekä laadunhallintajärjestelmän ja prosessin laaduntuottokyvyn että tietoaaineiston laadun nostamiseksi tasolle, jolla ne eivät ole aikaisemmin olleet. (JHS 160 2006, s. 10)

4.2 Paikkatiedon laadun arviointimenettely

Paikkatietoaaineiston laatuvaatimustaso on määritelty tietotuotemäärittelyssä tai käyttäjävaatimuksissa ja nämä toimivat lähtökohtana paikkatiedon laadun arvioimisessa ja ohjaavat myös hyvin pitkälle arviointimenettelyn eri vaiheita. Näin ollen arviointimenettely on tietoaaineiston tai -tuotteen laadun arvioinnissa sovellettujen sekä laatutulosten raportoinnissa käytettyjen peräkkäisten toimintojen tai prosessien määritelty suoritustapa (kuva 7). (JHS 160 2006, s. 10)



Kuva 7. Prosessikaavio paikkatiedon laadun arviointimenettelystä (JHS 160 2006, s. 11–12 mukaillen).

4.2.1 Laatukuvauksen laajuus

Paikkatiedon laadun mittaamiseksi ja arvioimiseksi täytyy ensimmäiseksi määritellä yksiselitteisesti se tietoaineiston tietokohteista muodostuva perusjoukko, johon mittaaminen ja arvioiminen kohdistuvat. Kaikki laadun arviointimenettelyssä vaiheittain tehtävät toimenpiteet ja niistä saatavat laatutulokset koskevat tätä perusjoukkoa. Tämä perusjoukko kuvaillaan laadun raportoinnin yhteydessä käsitteellä laatukuvauksen laajuus. (JHS 160 2006, s. 12)

Paikkatiedolle on usein tavanomaista, että sen laatutaso vaihtelee tietoaineiston sisällä. Vaihtelu riippuu tietokohteiden sijainnista, eli tiedon laatu aineistossa on spatiaalisesti heterogeenistä. Tällöin on ymmärrettävä, että laadun arvioinnissa saatava laatutulos voi olla vääristynyt, ellei laatutason epätasaista jakautumista otetaan huomioon jo perusjoukkoa määriteltäessä. Käytännössä tämä huomioonottaminen tarkoittaa sitä, että tutkittava perusjoukko tulee jakaa laadullisesti yhdenmukaisiin osa-alueisiin. Tällöin laatukuvauksen laajuus on määritelty siten, että arvioinnin kohteena olevalla perusjoukolla voidaan olettaa olevan yhteiset laadun tunnusmerkit. (JHS 160 2006, s. 12)

4.2.2 Paikkatiedon laatutekijät

Standardeissa ja suosituksissa paikkatiedon laatutekijöille sovelletaan jakoa kvantitatiivisiin eli mitattaviin ja kvalitatiivisiin eli kuvaileviin laatutekijöihin. Mitattavat laatutekijät jaotellaan edelleen laatutekijän osatekijöihin. Osatekijöiden perusteella mitattavat laatutekijät ryhmittelevät paikkatiedon laadun abstrakteihin luokkiin siten, samaan luokkaan kuuluvat ne osatekijät, jotka tarkastelevat laatua samasta näkökulmasta. (JHS 160 2006, s. 13–14). Sellaiset perusjoukon laatutiedot, joita ei voida mitata, ilmaistaan kuvailevien laatutekijöiden avulla ja raportoidaan osana tietoaaineiston muita metatietoja (JHS 160 2006, s. 15).

4.2.3 Laatumittarin tunnistaminen

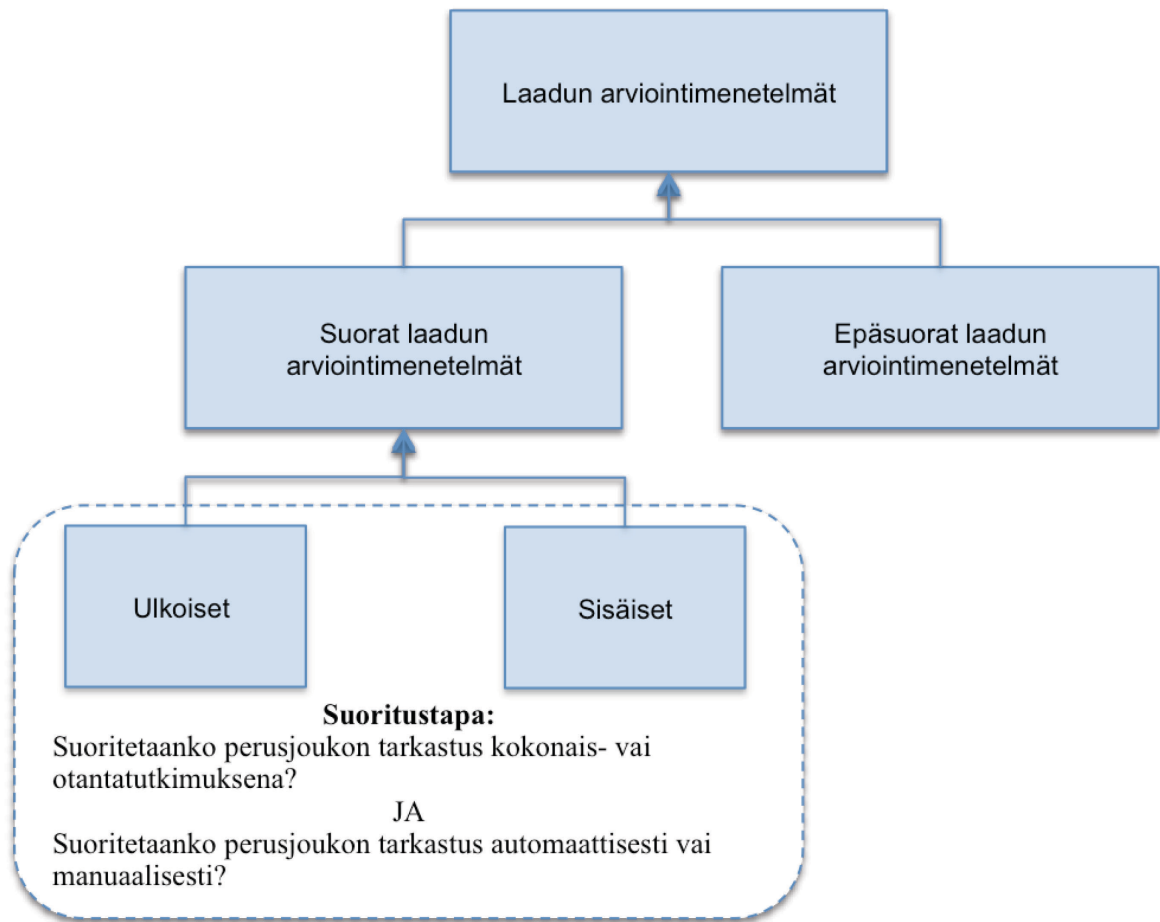
Laatumittareiden tunnistaminen lähtee liikkeelle tietotuotemäärittelyn mukaisista laatuvaatimuksista, joiden pohjalta valitaan laadunarvioinnissa käytettävät laatumittarit (JHS 160 2006, s. 13). Laatumittarit on kuvattu yksityiskohtaisesti ISO 19157 -standardissa, josta valitaan kulloinkin laatuvaatimuksiin soveltuvat mittarit. Näiden lisäksi voidaan tarvittaessa käyttää myös omia itse määriteltyjä laatumittareita, jolloin nämä on kuvattava tarkasti sekä laatumallissa että laatutulosta raportoidaessa. On myös otettava huomioon, että laadun mittaaminen ainoastaan yhdellä laatumittarilla ei aina anna riittävää tietoa arvioitavan perusjoukon laadusta, vaan laatua voi olla tarpeen mitata useammalla laatumittarilla (JHS 160 2006, s. 15).

4.2.4 Laadun arviointimenetelmät

Paikkatietoaineiston vaatimustenmukaisuuden arviointi perustuu vertailuasetelmaan. Tietoaaineistosta saatavia mittaustuloksia vertaillaan ja arvioidaan suhteessa johonkin valittuun referenssiaineistoon. Nämä laadun arviointimenetelmät on jaoteltu ISO 19157 -standardissa kuvan 8 mukaisesti suoriin ja epäsuoriin menetelmiin, joista suorat menetelmät on jaoteltu vielä sisäisiin ja ulkoisiin menetelmiin. Vertailussa referenssinä käytettävä tietolähde määrittelee sen, onko kysymyksessä sisäinen vai ulkoinen menetelmä. Kun kysymyksessä on suora menetelmä, joudutaan edelleen valitsemaan sen suoritustapa eli suoritetaanko perusjoukon tarkastus kokonais- vai otantatutkimuksena ja suoritetaanko perusjoukon tarkastus automaattisesti vai manuaalisesti. Käytännössä usein tarkastelun kohteena oleva laatutekijä määrää menetelmän valinnan. (JHS 160 2006, s. 16)

Kun kysymyksessä on suora arviointimenetelmä, tietoaaineiston vertailukohteena käytetään joko sisäistä tai ulkoista referenssiä. Sisäisellä referenssillä tarkoitetaan sellaista tietoa, joka on peräisin tietoaaineistosta itsestään. Näin ollen laadun arviointi ja vaatimustenmukaisuuden todentaminen voidaan tehdä ilman mitään ulkopuolisia vertailutietoja. Suorassa ulkoisessa arviointimenetelmässä sen sijaan tarvitaan tietoaaineiston ulkopuolinen referenssi, jota käytetään vertailukohtana saaduille mittaustuloksille. (JHS 160 2006, s. 17)

Epäsuoria arviointimenetelmiä suositellaan käytettäväksi vain sellaisissa poikkeustapauksissa, joissa suoria arviointimenetelmiä ei jostain syystä voida käyttää. Epäsuorissa arviointimenetelmissä joudutaan laadun todentamisessa käyttämään apuna jotain ulkoista tietolähdetä. Tällainen tietolähde voi olla esimerkiksi asiantuntijoiden antama arvio. Epäsuorissa arviointimenetelmissä kuvailevien laatutekijöiden rooli on paljon keskeisempi kuin suorissa menetelmissä. (JHS 160 2006, s. 19)



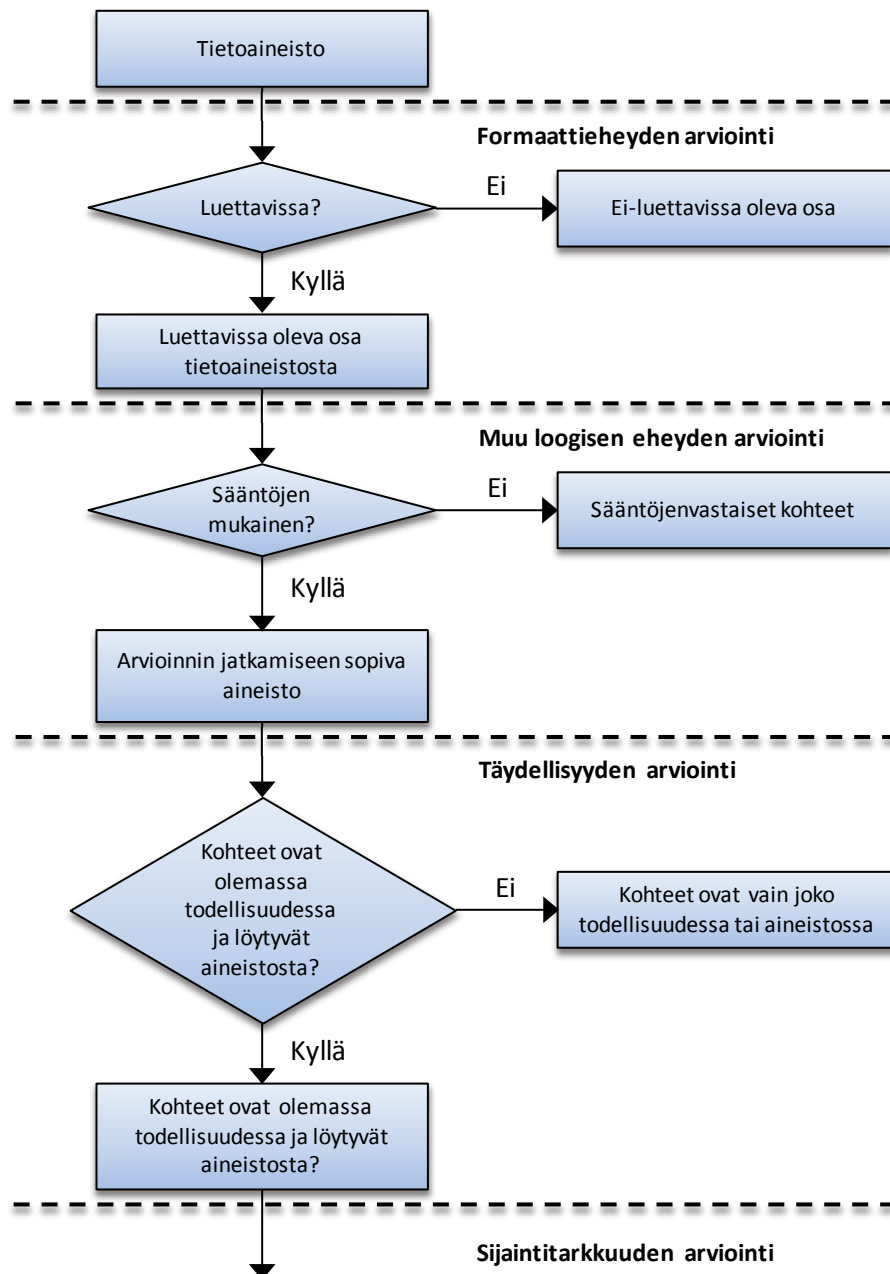
Kuva 8. Laadun arviointimenetelmien luokittelu (JHS 160 2006, s. 16 mukaillen).

4.2.5 Laadun arvioinnin etenemisjärjestys

Paikkatiedon laatua arvioitaessa yksittäinen virhe voi vaikuttaa useisiin laatutekijöihin. Kun käytetään laatumittareita, joiden tuloksena saadaan suhteellisia osuuksia kuten esimerkiksi täydellisyyttä osoittava prosenttiluku, on tärkeää, että arvioitava perusjoukko on määritelty tarkasti (ISO 19157 2013, s. 150). Arviointi etenee vaiheittain ja kussakin vaiheessa käytettävä perusjoukko määräytyy edellisen vaiheen tuloksen perusteella (kuva 9). Arvioinnin etenemisjärjestys on yleensä seuraava (ISO 19157 2013, s. 150).

1. Looginen eheys/formaattieheys: Aivan ensimmäinen arvioitava asia on aineiston luettavuus tai tulkittavuus, jotta voidaan päättää onko aineisto tulkittavaa, luettavaa tai ymmärrettävää vai ei. Ei-tulkittavissa oleva tieto tulee raportoida ja jättää huomiotta arviointia jatkettaessa.
2. Looginen eheys: Todetaan, onko tietoaineistolle asetettuja sääntöjä noudatettu. Eikä sääntöjenmukaiset osat aineistosta tulee jättää huomiotta arviointia jatkettaessa.
3. Täydellisyys: Seuraava vaihe on kohteiden olemassaolon arviointi, jota kuvataan täydellisyydellä. Arvioinnissa verrataan todellisuudessa olevia kohteita ja aineistos-
sa olevia kohteita ja tuloksena raportoidaan ylimääräinen tieto ja puuttuva tieto.

4. Tarkkuus (sijainti, ajallinen, temaattinen): Viimeinen arvioinnin vaihe kattaa tarkkuusnäkökulman, jossa mitataan poikkeamaa todellisuuden ja kohteiden ominaisuusarvojen välillä. Nämä mittaukset voivat perustua ainoastaan niihin osiin tietoa-aineistosta, jotka ovat mukana sekä käsillä olevassa aineistossa että kohdemaailmassa.



Kuva 9. Laadun arvioinnin etenemisjärjestys (ISO 19157 2013, s. 150 mukaillen).

4.2.6 Laatutulos

Laadun arvioinnin tuloksena kulloinkin valitulla menetelmällä saadaan kyseessä olevan perusjoukon laatutulos. Yksittäisellä laatumittarilla on mahdollista saada kahdentyyppisiä laatutuloksia. Ensimmäinen laatutulos voi olla arvo tai arvojoukko sekä laatutuloksen

tyyppi. Tästä arvosta käytetään standardin mukaista lyhennettä DQL eli ilmoitettu laatutulos. Toinen voi olla vaatimuksenmukaisuutta osoittava laatutulos, eli tieto siitä täyttyykö jokin laatuvaatimus vai ei. Tämän laatuvaatimustason pohjana on tietotuotemäärittelyssä ilmoitettu AQL-luku eli hyvää, hyväksyttävää laatutasoa osoittava arvo, joka täytyy saavuttaa, jotta tietoineisto läpäisee tarkastuksen. (JHS 160 2006, s. 20)

AQL-luvulla ilmaistaan suurinta virheellisyysprosenttia tai vaihtoehtoisesti suurinta virheiden määrää sataa yksikköä kohden. Luku määrittelee siten suurimman mahdollisen kelvottomien tietokohteiden prosenttiosuuden, jonka asiakas on kulloinkin valmis hyväksymään. Tiedon tuottaja ja asiakas määrittelevät tavallisesti AQL-luvun yhdessä ja sen tulisi aina ilmetä tietotuotemäärittelystä. (JHS 160, Liite 4 s. 2). AQL-luku lasketaan seuraavilla tavoilla (ISO 2859-1 1999, s. 3–4).

Kelvottomien kohteiden prosenttiosuus näytteessä

Näytteessä olevien kelvottomien tietokohteiden määrä jaettuna näytteen koolla:

$$\frac{d}{n} \times 100$$

jossa

d on kelvottomien tietokohteiden määrä näytteessä;
 n on näytteen koko

Kelvottomien kohteiden prosenttiosuus perusjoukossa tai tarkastuserässä

Perusjoukossa tai tarkastuserässä olevien kelvottomien tietokohteiden määrä jaettuna perusjoukon tai tarkastuserän koolla:

$$100p = 100 \frac{D}{N}$$

jossa

p on kelvottomien tietokohteiden osuus;
 D on kelvottomien tietokohteiden määrä perusjoukossa tai tarkastuserässä;
 N on perusjoukon tai tarkastuserän koko

Kelvottomien määrä sataa yksikköä kohden näytteessä

Sata kertaa kelvottomien määrä näytteessä jaettuna näytteen koolla:

$$100 \frac{d}{n}$$

jossa

d on kelvottomien määrä näytteessä;
 n on näytteen koko

Kelvottomien määrä sataa yksikköä kohden perusjoukossa tai tarkastuserässä

Sata kertaa kelvottomien määrä perusjoukossa tai tarkastuserässä jaettuna perusjoukon tai tarkastuserän koolla:

$$100p = 100 \frac{D}{N}$$

jossa

p on kelvottomien määrä per tietokohde;

D on kelvottomien määrä perusjoukossa tai tarkastuserässä;

N on perusjoukon tai tarkastuserän koko

Tässä on huomioitava, että yksittäinen tietokohde voi sisältää yhden tai useampia poikkeavuuksia, eli kelvottomien määrä on kaikkien poikkeavuuksien määrä.

4.2.7 Paikkatiedon laadun raportointi

Paikkatiedon laadun raportoinnin käytäntö määritellään ISO 19157 ja ISO 19115 -standardeissa. Varsinaisen laaturaportin mitattavien laatutekijöiden laatutulosten raportoinnin rakenne ja sisältö määritellään ISO 19157 -standardissa. Standardissa on määritelty rakenteet kahdentyyppisille raporteille, joita raportoinnissa voidaan käyttää. Ensimmäinen on tyypiltään taulukkomuotoinen itsellinen, eli niin kutsuttu ”standalone -raportti”. Toinen on standardiin xml-skeemaan perustuva, eri mittareilla saadut laatutulokset yhteen kokoava raportti. Laaturaportti on kokonaisuudessaan dokumentti, jossa kuvaillaan yksityiskohtaisesti mitattavien laatutietojen laadun arviointimenettely ja laatutulokset. Näin ollen laaturaportti koskee ainoastaan mitattavia laatutietoja. Kuvailevat laatutiedot joudutaan raportoimaan erikseen ISO 19115 -metatietostandardin mukaisesti tietoaineiston metatietona. (JHS 160 2006, s. 21)

5 Esimerkkejä toteutetuista laatuhankeista

5.1 ESDIN-projekti

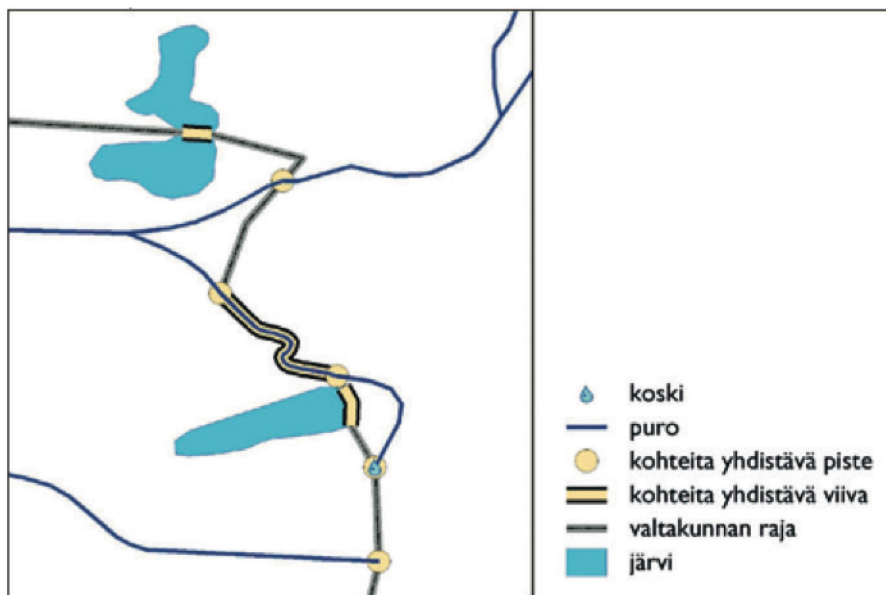
Euroopan maanmittauslaitosten yhteistyöjärjestön EuroGeographicsin koordinoima ESDIN-projekti (European Spatial Data Infrastructure Network) päättyi vuonna 2011. Projektin yhtenä keskeisenä tavoitteena oli muuttaa EuroGeographicsin pieni- ja keskimittakaavaiset paikkatietoaineistot INSPIRE-yhteensopiviksi ja tähän työhön osallistui 20 organisaatiota 11 maasta. Projektissa kehitettiin eri tietoaaineistoille tietotuotemäärittelyjä ja näiden lisäksi kehitettiin ratkaisuja yleistykseen, laadun arviointiin, reunan vertailuun maiden rajoilla ja tietojen käytönhallintaan. Projekti esittää loppuraportissaan Euroopan peruspaikkatietojen viitekehyksen (European Location Framework) kehittämistä. Loppuraportissa uskotaan, että tällainen viitekehys antaisi mahdollisuuden käyttää eri maiden maanmittauslaitosten tuottamia paikkatietoaineistoja maiden rajat ylittävissä sovelluksissa koko Euroopan laajuisesti. (Jakobsson 2011, s. 15)

Projektissa oli tarpeen tunnistaa ja selvittää käyttäjien vaatimuksia eri tietotuotteille. Tähän selvitykseen käytettiin niin sanottua meta-analyysiä ja selvityksiin osallistui noin 250 aineistojen käyttäjien edustajaa. Projektiryhmän lisäksi tuloksia laadun osalta arvioitiin myös EuroGeographicsin laaturyhmässä. Analyysin lisäksi tehtiin haastatteluja Euroopan laajuisesti eri aineistojen käyttäjille. Haastateltavina olivat muun muassa Euroopan tilastokeskus, Euroopan ympäristötoimisto ja GMES-toimisto. (Jakobsson 2011, s. 16)

Projektissa kehitettiin myös laadunarviointiprosesseja ja työn tuloksena syntyi kaikissa paikkatietoinfrastruktuurin vaiheissa hyödynnettävissä oleva automatisoitu laadunarviointiprosessi. Lisäksi kehitettiin INSPIRE-aineistoille yhdenmukainen standardeihin pohjautuva laatumalli. Tämä laatumalli on varsin yksinkertainen ja se sisältää vain muutamia peruslaatumittareita. (Jakobsson 2011, s. 16)

Eri kansallisten paikkatietoaineistojen yhdistämiseksi projektissa testattiin toimintamalleja, tavoitteena tuottaa koko Euroopan kattavia yhtenäisiä paikkatietoaineistoja. Eräs keskeinen kehitettävä menetelmä oli saada aineistot yhdistymään virheettömästi eri maiden rajoilla. Perustana tässä on maiden välillä yhteisesti sovittu raja-aineisto. Tähän aineistoon perustuen kehitettiin automatisoitu alueiden reunan vertailuprosessi (kuva 10). (Jakobsson 2011, s. 16)

ISpatial-niminen yritys on julkaissut Internetissä pilvipalveluna toimivan laadun arviointipalvelun (Validation app in ISpatial Cloud). Arviointipalvelu perustuu ESDIN-projektissa saatuihin tuloksiin. Palvelua käytetään muun muassa paikkatietoinfrastruktuurien laadun varmistuksen osana esimerkiksi Espanjassa (BCN100-projekti) sekä Irlannissa paikallishallinnon tiestön eheyden tarkastuksessa. Käyttäjä voi kirjautua palveluun ja ladata sinne testattavan aineiston ja valita testauksessa sovellettavat säännöt. Ohjelma arvioi tämän jälkeen aineiston laadun valittujen sääntöjen perusteella ja antaa tuloksesta laaturaportin. (Jakobsson 2013, s. 21)



Kuva 10. Esimerkki kansallisten vesistöaineistojen kohteista, jotka on yhdistetty valtakunnan rajalla (kuva ESDIN-projekti. Jakobsson 2011, s. 17).

5.2 Maastotietojen laatumalli

”Maanmittauslaitoksen Maastotietojärjestelmä sisältää valtakunnalliset maastotiedot, niiden ylläpidon prosessit, tietotuotteiden valmistuksen sekä toimintojen vaatiman infrastruktuurin, kuten laitteet, tietoverkot ja ohjelmistot. Maastotietojärjestelmän ydin on Maastotietokanta, johon tiedot on tallennettu ja josta ne irrotetaan erilaisia tietotuotteita varten.” (Tuokko 2006, s. 95)

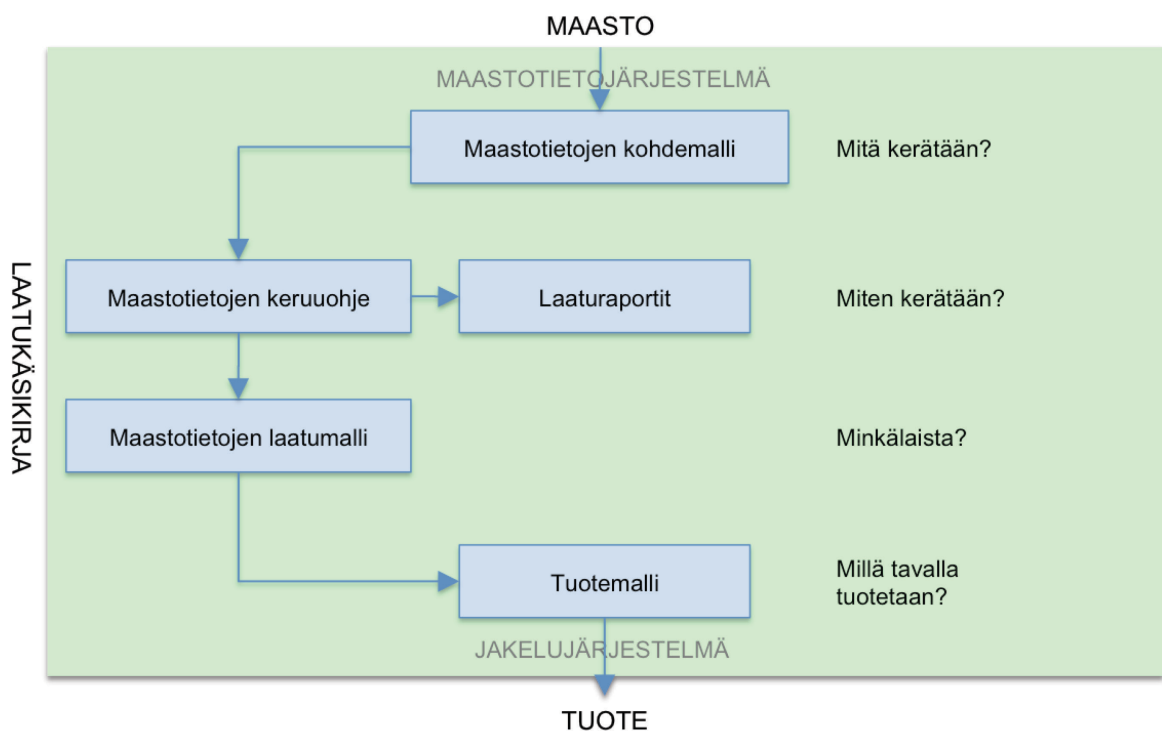
Maastotietokannan ohella ja sen rinnalla Maanmittauslaitoksessa käytetään JAKO/KII-kiinteistötietojärjestelmää. Näiden kahden järjestelmän tietoja on mahdollista tarkastella samanaikaisesti. Maastotietokannan kohteet ovat yhteensopivia keskenään ja yhteensopivia myös kiinteistörajojen kanssa. Maastotietokanta sisältää tietoja sekä maaston että rakennetun ympäristön kohteista ja sen sijaintitietojen tarkkuus vastaa mittakaavaa 1:5 000 – 1:10 000 ja on Maanmittauslaitoksen mukaan sijainniltaan tarkin näitä kohteita sisältävä koko valtakunnan kattava aineisto. (Tuokko 2006, s. 95)

Maastotietojen laadun järjestelmällinen seuranta perustuu kohde- ja laatumalleihin. Näistä Maanmittauslaitoksen maastotietokohteet -käsikirja sisältää tietokohteiden yleisen määrittelyn lisäksi yksittäisten kohteiden tiedot, kohteiden muodostamisen, kohteiden valintakriteerien sekä ominaisuustietojen määrittelyt. Käsikirjassa on myös määritelty yhteydet joko saman kohderyhmän tai jonkin toisen kohderyhmän kohteiden välillä. Maastotietojen laatumallissa on määritelty laatuvaatimukset sijaintitarkkuudelle, kuvaileville ominaisuustiedoille, kattavuudelle, ajantasaisuudelle, ajoittaville ja yksilöiville ominaisuustiedoille ja ehyeyshdoille. (Tuokko 2006, s. 96)

Maastotietojen laatumallissa todetaan, että se on suunnattu ensisijaisesti tietojen kerääjien tarpeisiin. Tällä tavoitellaan sitä, että tiedon kerääjät tiedostavat mitä seikkoja on otettava huomioon laatuun vaikuttavina tekijöinä ja milloin kerätty tieto on riittävän laadukasta täyttääkseen sille asetetut laatuvaatimukset. Oleellista on, että kerätyn tiedon tulee olla

yhdenmukaista kohdemallin kanssa, jotta laatumallia voidaan soveltaa laadun arviointiin ja siten todentaa tiedon vaatimustenmukaisuus. (Maastotietojen laatumalli 1995, s. 4)

Maastotietoja käytetään hyvin laajasti hyvin monenlaisiin tarkoituksiin ja niitä käyttävien asiakkaiden on usein tarpeen tietää oleelliset tiedot käyttämästään tietoaineistosta. Tätä varten Maanmittauslaitos tarjoaa asiakkaidensa käyttöön maastotietoja kuvaavaa dokumentaatiota, jota ovat maastotietojen kohdemalli, laaturaportit ja tuotemallit. Näistä kohdemalli kuvaa, millaista tietoa Maanmittauslaitos maastosta kerää, laatumallista käy ilmi, millaista tietoa miltäkin alueelta on saatavissa ja tuotemallissa kerrotaan, millä tavalla tiedot ovat tuotettavissa. Laatukäsikirja selostaa maastotietojärjestelmän toiminnot ja jakelujärjestelmän (kuva 11) sekä kertoo, miltä alueelta tuotteita on saatavissa. (Maastotietojen laatumalli 1995, s. 4)



Kuva 11. Maastotietojen maastosta tuotteeksi -prosessi (Maastotietojen laatumalli 1995, s. 4 mukaillen).

6 Laatumallin toteutus rakennetun omaisuuden paikkatiedoille

6.1 Lähtötilanne ja tavoitteet

Tässä työssä esitelty laatumalli tehtiin osana Reiska-paikkatietojärjestelmän laatutiedot -hanketta Metsähallituksen luontopalvelut -yksikössä keväällä 2014. Hankkeen tavoitteena on Metsähallituksen rakennusten, rakennelmien ja reittien eli rakennetun omaisuuden paikkatietojen jatkuvan laadunhallinnan menetelmien kehittäminen ja tiedon tuotteistaminen. Hankkeen mottona on: ”Reiska-tieto palvelutuotteeksi”. Hankkeessa syntyviä menetelmiä voidaan hyödyntää myös muiden Metsähallituksen tuottamien paikkatietoaineistojen laadunhallinnassa.

Reiska-järjestelmässä ylläpidetään ominaisuus- ja sijaintitietoa Metsähallituksen hallinnassa olevasta rakennetusta omaisuudesta lukuun ottamatta teitä ja tiesiltoja. Järjestelmään on mahdollisuus tallentaa myös Metsähallituksen ulkopuolisia kohteita. Ylläpidettäviä tietoja ovat muun muassa hallinnolliset tiedot, tekniset tiedot, muut luokittelevat tiedot sekä valokuvat ja muut liitetiedostot. Sijaintitieto on kohteen mukaan pistemäisenä, viivamaisena tai aluemaisena karttageometriaa. Kohteiden kytkeminen aluetietoon Metsähallituksen alueilla tapahtuu rajapinnan kautta kiinteistö- ja maankäyttötietojen tietojärjestelmään (OmaisuusGIS).

Paikkatietojärjestelmää ja sillä tuotettuja aineistoja käytetään muun muassa seuraavissa toiminnoissa: rakennusten, rakennelmien ja reittien huolto, kohteiden ylläpidon suunnittelu ja seuranta, rakentamisen suunnittelu, alueiden hoidon ja käytön suunnittelu, esitteiden ja karttojen tuotanto, opasteiden tuotanto, henkilöasiakkaiden palvelu sekä metsätaloussuunnittelu. Paikkatietoaineistoa luovutetaan korvauksetta sitä haluaville esimerkiksi osaksi laajempaa paikkatietokokonaisuutta kuten VIRGIS (virkistysmahdollisuudet Suomessa). Myös yritykset käyttävät aineistoa kaupallisiin tuotteisiinsa esimerkiksi mobiileissa paikannussovelluksissa ja GPS-laitteiden taustakartta-aineistoissa. Metsähallitus käyttää aineistoa myös omille retkeilijöille, kalastajille ja metsästäjille suunnatussa Retkikartta.fi-karttapalvelussaan. Aineistoa on luovutettu Maanmittauslaitokselle, joka on käyttänyt sitä viiteaineistona Maastotietokanta-tuotannossaan. Edellisten lisäksi aineistoa luovutetaan tarvittaessa myös viranomaisten, kuten poliisin ja pelastuslaitosten käyttöön sekä tutkimustarkoituksiin.

Aineiston laadun arviointiin ei ole toistaiseksi ollut käytettävissä systemaattista menetelmää. Tämä puute on ollut laatuhankeksen perustamisen taustalla. Erityisesti laatuongelmat ovat tulleet esiin raportoitaessa vuosittain suojelu- ja retkeilyalueilla olevien ja ylläpidettävien retkeilyrakenteiden määrästä ja kehityksestä niiden rahoituksesta vastaaville ministeriöille. Tällöin on tullut toistuvasti esiin raportoitavassa tiedossa oleva huomattava epävarmuus tiedon laatuongelmien vuoksi. Merkittäväksi ongelmaksi on muun muassa koettu epävarmuus olemassa olevien kohteiden todellisesta määrästä sekä epävarmuus kohteiden luokittelusta. Myös kohteilta kokonaan puuttuvat, virheelliset ja vanhentuneet ominaisuustiedot ovat olleet omiaan heikentämään raportoidun tiedon arvoa.

6.2 Tietotuotteet ja tietolajit

Maastossa olevat rakenteet ovat todellinen ilmiö, jonka kohteista vain osa halutaan tai voidaan kuvata tietokannassa. Esimerkiksi osa kohteista voi olla toiminnan kannalta vähämerkityksellisiä tai merkityksettömiä, eikä niiden tietoja ole siten tarkoituksenmukaista kerätä. Kohdemallin mukaisesti maastosta kerätään tietoa ja tiedot tallennetaan tietokantaan.

Tuotantoprosessit ja ohjeet sekä tarpeet kerättävästä tiedosta vaihtelevat eri yksiköissä eli aineistoa tuottavat useat eri operaattorit eri lähtökohdista. Metsätalous tuottaa tietoa sekä hallinnassaan olevasta rakennetusta omaisuudesta että kansalliseen metsäohjelmaan liittyvästä kulttuuriperintökohteiden inventoinnista. Samalla tavalla luontopalvelut tuottaa tietoa hallinnassaan olevasta rakennetusta omaisuudesta, kuten rakennuksista, retkeilyn rakenteista, reiteistä ja arkeologisista kohteista.

Eräs merkittävimpiä tietotuotteita on retkeilyn palvelurakenteet ja reitit. Tätä aineistoa luovutetaan useille sitä käyttäville tahoille ja sitä julkaistaan muun muassa eri karttapalveluissa. Toinen merkittävä tietotuote on historialliset rakennelmat eli arkeologiset kohteet sisältävä aineisto. Tämä aineisto luovutetaan säännöllisesti Museovirastolle valtakunnalliseen muinaisjäännösrekisteriin vietäväksi.

Laadunarvioinnissa laatuarvioinnin kohde eli perusjoukko on Reiska-tietolaji. Taulukkoon 2 on lueteltu Reiska-tietokannan tietolajit ja niiden ulkoiset referenssiaineistot. Taulukko ei sisällä kaikkia tietokannassa olevia tietolajeja, vaan ainoastaan ne, joille laaduntarkastusajaja tai laadunarviointiajaja tavoitellaan kohdistettavan. Nämä perusjoukot määrittelevät tässä tapauksessa laadukuvauksen laajuuden, joka ilmoitetaan laatuselostusta raportoitessa. Tietolajeille löydettiin toistaiseksi ainoastaan yksi ulkoinen referenssi, Maanmittauslaitoksen maastotietokanta, johon vaatimuksenmukaisuutta voidaan verrata. Muita koko maan kattavia rakennettuja kohteita ja reittejä sisältäviä laadultaan referenssiaineistoksi kelpaavia paikkatietoaineistoja ei ainakaan toistaiseksi ole käytettävissä. Maastotietokanta soveltuu lähinnä kohteiden sijaintitarkkuuden arviointiin. Rakennukset löytyvät maastotietokannasta varsin kattavasti ja siinä niiden sijaintitarkkuus tunnetaan, joten se on hyvä ulkoinen referenssi rakennusten sijaintitarkkuuden arviointiin. Vähäisemmät rakentamisen tuotteet, joita rakennelmat ovat, löytyvät maastotietokannasta vain osittain. Tällöin rakennelmien sijaintitarkkuuden arvioimiseen maastotietokantaa voidaan hyödyntää vain osittain.

Taulukko 2. Reiska-tietokannan tietolajit ja niiden referenssit

Tietolaji	Referenssi
Rakennukset	Maastotietokanta (sijaintitarkkuus)
Opastusrakennelmat	Maastotietokanta (sijaintitarkkuus, vain osalle kohteita)
Muut rakennelmat	Maastotietokanta (sijaintitarkkuus, vain osalle kohteita)
Historialliset rakennelmat	-
Reitit	-

6.3 Laatumalli

6.3.1 Laatuvaatimukset

Toteutetussa laatumallissa laatuvaatimukset perustuvat pääasiassa suunnittelukeskeiseen ja systeemikeskeiseen laadun suunnitteluun. Minkään tietotuotteen osalta laatuvaatimuksia ei ole toistaiseksi määritelty yksittäisen asiakkaan kanssa. Systeemikeskeinen näkökulma aineistoon laatuun etenkin retkeilyrakenteiden osalta puolustaa paikkaansa, koska aineisto on laajasti käytössä ja vaatimukset on määritelty siten, että ne tyydyttävät useiden eri tahojen tarpeita. Kuten JHS 160 (2006, s. 7) tällaisesta toteaakin, tavoitteena on yhteisen hyvän tuottaminen, vaikka se rajoittaa yksittäisen asiakkaan tyytyväisyyden maksimointia.

Näkökulma on suunnittelukeskeinen siksi, että laatuvaatimukset perustuvat pääasiassa luontopalveluissa laadittuihin dokumentteihin ”Tiedonkeruu- ja tallennusohje” sekä ”Minutietosisältö”. Nämä dokumentit muodostivat yhdessä laatumallityössä tarkoitetun tietotuotemäärittelyn. Koska luontopalvelut käyttää tietokannan tietoja laajasti operatiivisessa toiminnassaan sekä toiminnan tuloksellisuuden mittareita raportoidessaan, se voidaan ymmärtää tällöin tietotuotteen sisäiseksi asiakkaaksi ja tietomäärittely kuvaa näin ollen myös asiakaskeskeistä laatua.

6.3.2 Laatutekijöiden ja laatumittareiden tunnistaminen

Laatumallin toteuttamisessa tärkein tehtävä oli tunnistaa käytettävät laatutekijät, laatutekijöiden osatekijät ja näistä johdetut laatumittarit. Laatutekijöiden tunnistaminen ja valinta laatumalliin tehtiin laatuvaatimusten perusteella, jotka perustuvat edellä kuvattuun tietotuotemäärittelyyn. Laatumalliin valittiin seuraavat laatutekijät ja niiden osatekijät (taulukko 3).

Taulukko 3. Valitut laatutekijät ja laatutekijöiden osatekijät

Laatutekijä	Laatutekijän osatekijä
Täydellisyys	- Ylimääräinen tieto
Looginen eheys	- Käsitteellinen eheys - Arvojoukkoeheys - Formaattieheys - Topologinen eheys
Sijaintitarkkuus	- Absoluuttinen tarkkuus
Temaattinen tarkkuus	- Luokittelun oikeellisuus - Ei-kvantitatiivisten ominaisuustietojen oikeellisuus

6.3.3 Laatumittarit

Seuraavassa vaiheessa jokaiselle laatukuvauksen laajuuden mukaiselle tietolajille eli perusjoukolle määriteltiin laatumittari tai laatumittarit, joilla laatua myöhemmin mitataan. Samalla tunnistettiin myös kullakin laatumittarilla saatavan laatutuloksen tyyppi ja yksikkö. Jokaisella laatumittarilla on yksilöivä tunnistenumero eli ID (Identifier), joka tulee suoraan ISO 19157 -standardissa kuvatuista laatumittareista. Valitut laatumittarit kaikkien tietolajien ominaisuuksille laatutekijöittäin ryhmiteltynä, on esitelty liitteessä A. Lisäksi liitteessä A on tarkempi kuvaus jokaisesta valitusta laatumittarista. Ajalliselle eheydelle ei toistai-

seksi ole määritelty laatumittareita, jolloin esimerkiksi vuosilukuarvoissa olevat virheet mitataan ja raportoidaan arvojoukkoeheyden mittareilla.

6.4 Arviointimenettely

Laadun tarkastuksessa arviointiajot tehdään pääasiassa suorana sisäisenä tarkastuksena suoraan tietokantaan automaattisesti käyttäen kutakin laatumittaria mittaavaa SQL-kielistä kyselyä. Liitteessä B on esitelty esimerkkejä näistä kyselyistä. Sijaintitarkkuuden arviointi tehdään suorana ulkoisena tarkastuksena referenssiaineistoa käyttäen. Referenssiaineistona voidaan käyttää joiltain osin Maanmittauslaitoksen maastotietokanta-aineistoa sekä DGPS- tai GNSS-paikannuksella suoraan maastosta kerättyä sijaintitietoa. Tällöin sijaintitarkkuuden arviointia ei voida tehdä suoraan tietokantakyselynä, vaan kohteiden sijaintigeometria ja vertailuaineisto ovat molemmat joko esimerkiksi shape- tai tab-tiedostoina ja vertailu tehdään desktop-paikkatieto-ohjelmaa käyttäen.

Aineiston tarkastus voidaan kohdistaa koko tietokannan tietolajeihin, kohdassa 6.2 mainittuihin tai muihin erikseen määriteltyihin tietotuotteisiin. Laaturaportissa tulee mainita, mitä perusjoukkoa ja tietotuotetta laadun arviointi on kyseisessä arvioinnissa koskenut. Laatu-tulos ilmoitetaan DQL-lukuna eli virheprosenttina. Laatulokset raportoidaan ISO 19157 -standardin liitteen E taulukoiden E.2–E.10 mukaisella rakenteella. Taulukossa 4 on esimerkki täydellisyyden laatutekijän laaturaportista. Raportissa esitetyt arvot ovat kuvitteellisia.

Taulukko 4. Täydellisyyden arvioinnin laatu-tulos (ISO 19157 taulukko E.3, s. 116 mukaillen)

Tietolaji	Yksilöiden lukumäärä kohdemaailmassa	Ylimääräisten lukumäärä	Ylimääräisten prosenttiosuus ^a	Puuttuvien lukumäärä	Puuttuvien prosenttiosuus ^b
Rakennukset	7	1	14	3	43
Opastusrakennelmat	5	2	40	0	0
Muut rakennelmat	25	3	12	2	8
Historialliset rakennelmat	4	0	0	2	50
Sillat	10	1	10	1	10
^a Ylimääräisten prosenttiosuus = kohdemaailmassa olevien ylimääräisten yksilöiden lkm / kaikkien yksilöiden lkm x 100 ^b Puuttuvien prosenttiosuus = kohdemaailmasta puuttuvien yksilöiden lkm / kaikkien yksilöiden lkm x 100					

7 Tulokset ja johtopäätökset

Tässä työssä tutustuttiin paikkatiedon laadun teoreettiseen taustaan ja niihin kehityskulkuihin, jotka ovat johtaneet systemaattisiin ja standardoituihin menetelmiin paikkatiedon laadun arvioinnissa. Lisäksi luotiin katsaus paikkatietostandardeihin ja niiden pohjalta laadittuihin suosituksiin paikkatietojen laadun arvioimiseksi ja arvioinnin tulosten raportoimiseksi. Näiden tietojen pohjalta laadittiin laatumalli Metsähallituksen rakennetun omaisuuden paikkatietojen laadun arviointia varten.

Laatumallin toteuttamisessa otettiin lähtökohdaksi se, että työssä pyritään hyödyntämään olemassa olevaa tietoa mahdollisimman paljon. Jo alussa osoittautui selväksi, että laatumallin tulee pohjautua voimassa oleviin kansainvälisiin laatustandardeihin sekä julkisen hallinnon suosituksiin. Tällöin mallin mukaisella arviointimenettelyllä saadut laatutulokset ovat vertailukelpoisia muihin standardin mukaisiin laatutuloksiin ja laatutulosten luotettavuus voidaan kiistatta osoittaa. Alussa tutustuttiin myös muissa organisaatioissa ja projekteissa jo toteutettuihin ja käyttöönotettuihin laatumalleihin. Näitä olivat muun muassa Maanmittauslaitoksen maastotietojen laatumalli, Liikenneviraston Digiroad-laatumalli ja ESDIN-projektissa toteutettu laatumalli. Näistä erityisesti viimeksi mainittu tarjosi hyvän esimerkin laatumittareiden määrittelylle ja dokumentoinnille. Tässä työssä kohteena olevat rakennetun omaisuuden paikkatiedot poikkeavat kuitenkin merkittävästi edellä mainituista laatumalleihin liittyvistä tietoaaineistoista, joten mallin toteuttaminen edellytti huomattavan määrän omaa määrittelytyötä. Laatumallin ensimmäinen versio kyettiin kuitenkin toteuttamaan kohtuullisessa ajassa ja työpanoksella, jopa jossain määrin helpommin kuin alun perin otaksuttiin. Kansainväliset standardit ovat suhteellisen laajoja ja vaikeasti tulkittavia. Tässä yhteydessä tuli selvästi ilmi, että standardin pohjalta Suomessa laaditut julkisen hallinnon suositukset, erityisesti JHS 160, antoivat huomattavaa tulkinta- ja toteutusapua. Kyseinen suositus perustuu tosin ja kumottuihin standardeihin, mutta on olennaisilta osiltaan yhdenmukainen sen standardin (ISO 19157) kanssa, johon tässä työssä laadittu laatumalli pohjautuu.

Ensimmäinen eteen tullut kysymys oli, mitä laatumallin tulee sisältää. Laatumallin sisältö liittyy oleellisesti laatuvaatimuksiin, joita tietoaaineistolle tai tietotuotteelle on asetettu. Työssä ei laatuvaatimusten määrittelyä eri tietoaaineistosta muodostettaville tietotuotteille lähdetty tekemään alusta alkaen tiedon tuottajan tai asiakkaiden kanssa vaan nojaututtiin olemassa olevaan tietoon ja dokumentaatioon. Keskeisiä laatua määrittäviä dokumentteja olivat tiedonkeruu- ja tallennusohjeet sekä määritellyt minimitietovaatimukset tietoaaineiston eri kohdeluokille. Lisäksi huomioitiin aikaisemmin esiin tulleet puutteet ja ongelmat tietojen laadussa. Laatumalliin valitut laatumittarit perustuvat näihin tietoihin.

Laatutekijöiden ja laatumittareiden tunnistaminen ja soveltaminen ei ole aina kaikissa tapauksissa yksiselitteistä. Esimerkiksi kohteiden täydellisyys ja temaattinen tarkkuus eli luokittelun oikeellisuus riippuvat selvästi toisistaan. Kun kohdeyksilö on luokiteltu väärin, se ilmenee virheenä temaattisessa tarkkuudessa. Tämä puolestaan ilmenee myös virheenä täydellisyydessä, sekä puuttuvana tietona ensimmäisessä kohdeluokassa että ylimääräisenä tietona toisessa kohdeluokassa. Tällöin on hyvä tiedostaa, että arvioitaessa täydellisyyttä osa virheistä saattaa johtua kohteiden väärinluokittelusta. Edelleen, kun raportoidaan temaattista tarkkuutta, sama virhe voi helposti raportoitua kahteen kertaan, kerran ylimääräisenä tietona ja kerran puuttuvana tietona.

Laatumalliin ei ole tarkoituksenmukaista sisällyttää sellaisia laatumittareita, joiden kautta saatavalla laatutuloksella ei ole oleellista merkitystä tietoaineiston käytölle. Ensimmäinen johtopäätös onkin, että tietoa tuottavien yksiköiden on seuraavassa vaiheessa tarkistettava ja ajantasaistettava yhdessä asiakkaiden kanssa edellä mainitut dokumentit sekä laadittava nykyistä tarkemmat laatuvaatimukset eri tietoaineistosta tuotettaville tietotuotteille, ensinnä tuottajakeskeisen laadun näkökulmasta ja toiseksi tarvittavilta osin asiakaskeskeisen laadun näkökulmasta. Tämän jälkeen nyt tehty laatumalli on ajantasaistettava ja päivitettävä vastaamaan uusia vaatimuksia. Tavoitteeksi tulisikin asettaa siirtyminen suunnittelukeskeisestä ja systeemikeskeisestä laadusta enemmän kohti asiakaskeskeistä laatua.

Jotta paikkatiedon laatua organisaatiossa voitaisiin hallita kokonaisuutena, tulisi kaikkien tietoa tuottavien yksiköiden kuvata ja päivittää ne työprosessit, jotka liittyvät jollain tavalla paikkatiedon tuottamiseen ja ylläpitoon. Nämä prosessikuvaukset tulisi sisällyttää sekä laatumalliin että käytettäviin työohjeisiin. Tietoaineiston laadun arvioinnin lisäksi myös itse työprosessia tulisi auditoida osana Metsähallituksessa tehtäviä säännöllisiä ympäristö- ja laatujärjestelmän mukaisia auditointeja. Suositeltavaa on myös, että paikkatiedon tuottaminen, ylläpito ja laadunarviointitehtävät näkyisivät kaikkien näitä tekevien työntekijöiden vahvistetuissa tehtävänkuvuissa ja avainhenkilöillä myös vuosittaisissa avaintehtävissä, ja sitä seurattaisiin tulos- ja kehityskeskusteluissa. Koko paikkatiedon hallinnan kokonaisuutta tulisi siten tarkastella jatkuvan parantamisen näkökulmasta. Ensimmäisessä vaiheessa nyt laadittu laatumalli tulee viestiä kaikille paikkatiedon tuottamisesta vastaaville henkilöille.

Jatkuva laadun parantaminen edellyttää, että sekä tuotonprosessia että tiedon laatua arvioidaan säännöllisesti. Tiedon laadun arvioinnin tulee perustua nyt laadittuihin laatumallissa oleviin mittareihin, joita tarkistetaan ja päivitetään tarpeen mukaan. Laadun arviointi voidaan kokea ylimääräisenä työnä ja kustannuseränä, jolloin yksiköt eivät välttämättä sitoudu siihen. Laadun arvioinnin käyttöönottoa tuleekin perustella sillä, että se tuottaa säästöjä tiedon luotettavuuden ja palvelujen parantumisen sekä virheiden korjaustarpeen vähentymisen myötä. Luotettava tieto on myös yksi tärkeä osa organisaation ulkoista kuvaa.

Laatumalli itsessään ei vielä riitä laadun arviointiin, vaan itse arviointimenettelyyn tulee luoda tavat ja välineet. Ensimmäiset laadunarviointiajot ja laatutulosten raportointi voidaan suorittaa ilman erityisiä sovelluksia, mutta jatkossa tulee kehittää sovellus sekä arviointiajoja että laaturaportointia varten. Ensimmäisessä vaiheessa voitaisiin esimerkiksi tehdä yksinkertainen VBA-sovellus, jolla laatumittareihin perustuvia laadunarviointiajoja voitaisiin suorittaa ja saadut tulokset raportoida taulukkomuodossa. VBA-sovellus mahdollistaisi myös tarvittaessa metatietostandardin mukaisen xml-muotoisten laaturaporttien tuottamisen. Sen jälkeen kun rakennetun omaisuuden paikkatietojärjestelmä siirtyy uuteen arkkituotteen vuodelle 2015 lopulla, olisi mahdollista toteuttaa esimerkiksi Python-skripteihin perustuva sovellusohjelma laadunarviointiajojen suorittamiseen.

Täydellisyyden ja sijaintitarkkuuden laatumittarit edellyttävät, että reaali maailman kohteet tunnetaan tai niitä vastaava totena pidettävä tieto on käytettävissä referenssiaineistona laadunarviointityössä. Koska tietokannassa olevan aineiston laajuus on koko maa, maastomittaukset tarkistusta varten joudutaan tekemään otantana. Otannat täytyy tehdä alueohjatusti, koska kuhunkin otantaan osuvien kohteiden tulee sijaita suhteellisen pienellä maantieteellisellä alueella, jotta maastomittaukset olisivat käytännössä mahdollisia. Tällöin olisi tarkoituksenmukaista muodostaa omia tietotuotteita tai tuote-eriä rajatuilta alueilta. Esimer-

kiksi valitaan jonkin asiakaskäytön kannalta merkittävän kansallispuiston palvelurakenteet omaksi tietotuotteekseen, vaikkapa: ”Pallas-Yllästunturin kansallispuiston palvelurakenteet ja reitit”. Laadunarviointi tehtäisiin sitten tälle tietojoukolle, jolloin täydellisyys sekä sijaintitarkkuus voitaisiin tarkistaa tarkkuusmittauksin maastossa. Tällä tavalla etenemällä laadun kannalta tärkeimmät alueet ja tiedot otettaisiin ensimmäisenä tarkastusohjelmaan. Loogisen eheyden arviointi voidaan sen sijaan pääsääntöisesti suorittaa automaattisesti kokonaistutkimuksena koko tietoaaineistolle ja on siten helppo, tehokas ja taloudellinen tapa laadunarviointiin, eikä siten vaadi suurta työpanosta ja lisäresursseja organisaatiolta.

Tämä työ on suppea tapaustutkimus erään paikkatieaineiston laadunhallinnan kehittämisen mahdollisuuksista. Työ ei ole siten tieteellisesti uutta luova, mutta sen merkitys on ollut luoda katsaus olemassa olevan tiedon soveltamismahdollisuudesta ja hyödyllisyydestä käytännön tasolla. Tässä mielessä tuloksia voidaan pitää hyvin rohkaisevina. On tullut osoitettuksi, että paikkatiedon laadunhallintaa on sitä tuottavassa organisaatiossa mahdollista tehdä ja kehittää, jos organisaatio vain on kypsä siihen. Tämän työn tulokset voivat siten toimia lähtölaukauksena paikkatietojen laadunhallintamenettelyn käyttöönotolle ja kehittämiseksi organisaatiossa.

Lähteet

- Aronoff, S. 1989. *Geographic information systems: a management perspective*. Julkaisussa: Kumi-Boateng, B. & Yakubu, I. 2010. *Assessing the Quality of Spatial Data*. *European Journal of Scientific Research*. Vol.43 No.4. S507-515. ISSN 1450-216X.
- David, B. & Fasquel, P. 1997. *Qualité d'une base de données géographiques: concepts et terminologie*. *Bulletin d'information de l'IGN, Rapport 67*. Saint-Mandé. Institut Géographique National. Ranska. 51 s.
- Devillers, R. & Jeansoulin, R. 2006. *Fundamentals of Spatial Data Quality*. London, Great Britain: ISTE Ltd. S. 107–122. ISBN-10: 1-905209-56-9.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/2/EY, Euroopan yhteisön paikkatietoinfrastruktuurin (INSPIRE) perustamisesta. [Verkkodokumentti]. EY, Euroopan parlamentti ja neuvosto. 14 s. [Viitattu 19.1.2014]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:FI:PDF>
- Guptil, S. C. & Morrison, J. L. (toim.). 1995. *Elements of spatial data quality*. 1st ed. Oxford, United Kingdom and Tarrytown, New York, USA. Elsevier Science. 202 s. ISBN 0080424325.
- Horttanainen, P. & Virrantaus, K. 2004. *Uncertainty evaluation of military terrain analysis results by simulation and visualization*. [Verkkodokumentti]. *Proc. 12th Int. Conf. on Geoinformatics–Geospatial Information Research: Bridging the Pacific and Atlantic*. University of Gävle, Sweden, 7-9 June 2004. 8 s. [Viitattu 10.5.2014]. Saatavissa: <http://fromto.hig.se/~bjg/geoinformatics/files/p473.pdf>
- ISO 2859-1. 1999. *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemas indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*. Second edition. Geneve, Sveitsi. Kansainvälinen standardointijärjestö (ISO) tekninen komitea (ISO/TC69).
- ISO 19114. 2003. *Geographic information - Quality evaluation procedures*. Geneve, Sveitsi. Kansainvälinen standardointijärjestö (ISO) tekninen komitea (ISO/TC211).
- ISO 19157. 2013. *Geographic information - Data quality*. Geneve, Sveitsi. Kansainvälinen standardointijärjestö (ISO) tekninen komitea (ISO/TC211). 160 s.
- Ingberg, K. 2004. *Puolustusvoimien paikkatietojen laatumalli. Lisensiaatintutkimus. Teknillinen korkeakoulu, Maanmittausosasto*. Espoo. 139 s.
- Jakobsson, A. 2002. *Data Quality and Quality Management – Examples of Quality Evaluation Procedures and Quality Management in European National Mapping Agencies*. [Verkkodokumentti]. Teknillinen korkeakoulu. 8 s. [Viitattu 10.5.2014]. Saatavissa: <http://lib.tkk.fi/Diss/2006/isbn9512282062/article3.pdf>

Jakobsson, A. 2006. *On the Future of Topographic Base Information Management in Finland and Europe*. Väitöskirjatutkimus. Teknillinen korkeakoulu, Maanmittausosasto. Espoo. Maanmittauslaitoksen julkaisuja 101.139 s. ISBN 951-48-0192-X.

Jakobsson, A. 2011. ESDIN kehitti ratkaisuja Euroopan paikkatietoinfrastruktuurin luomiseksi. *Positio-lehti*. [Verkkolehti]. 2/2011. S. 15–17. [Viitattu 23.2.2014]. Saatavissa: http://www.paikkatietoikkuna.fi/c/document_library/get_file?uuid=c820c1b3-ae97-4a75-9997-3d1ba3f3b63b&groupId=108478.

Jakobsson, A. 2013. Paikkatiedon laatu hallintaan. *Positio-lehti*. [Verkkolehti]. 1/2013. S. 20–23. [Viitattu 23.2.2014]. Saatavissa: http://www.paikkatietoikkuna.fi/c/document_library/get_file?uuid=3e7367b8-1d97-481b-9a7d-154178a6e51c&groupId=108478.

JHS 160, Liite 1. 2006. Paikkatiedon laadunhallinta. Liite 1: Esimerkkejä mitattavien laatu-
tutkimuskohteiden osatekijöiden sovelluskohteista. [Verkkodokumentti]. Suomi, JUHTA-Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. 6 s. [Viitattu 19.1.2014]. Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS160/JHS160_liite1.pdf

JHS 160, Liite 2. 2006. Paikkatiedon laadunhallinta. Liite 2: Laatumittarit. [Verkkodokumentti]. Suomi, JUHTA-Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. 6 s. [Viitattu 19.1.2014]. Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS160/JHS160_liite2.pdf

JHS 160, Liite 3. 2006. Paikkatiedon laadunhallinta. Liite 3: Otanta-asetelmat. [Verkkodokumentti]. Suomi, JUHTA-Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. 5 s. [Viitattu 19.1.2014]. Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS160/JHS160_liite3.pdf

JHS 160, Liite 4. 2006. Paikkatiedon laadunhallinta. Liite 4: Näytetarkastus. [Verkkodokumentti]. Suomi, JUHTA-Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. 8 s. [Viitattu 19.1.2014]. Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS160/JHS160_liite4.pdf

JHS 160, Liite 5. 2006. Paikkatiedon laadunhallinta. Liite 5: Laaturaportti. [Verkkodokumentti]. Suomi, JUHTA-Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. 13 s. [Viitattu 19.1.2014]. Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS160/JHS160_liite5.pdf

JHS 160. 2006. Paikkatiedon laadunhallinta. Suositusteksti. [Verkkodokumentti]. Suomi, JUHTA-Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. 22 s. [Viitattu 19.1.2014]. Saatavissa: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS160/JHS160.pdf>

JUHTA-Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta, JHS-strategia. Internet: http://www.jhs-suositukset.fi/web/guest/jhs/organization/section/jhs_strategy, viitattu 19.1.2014.a.

JUHTA-Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta, JHS 160 Paikkatiedon laadunhallinta. Internet: <http://www.jhs-suositukset.fi/suomi/jhs160>, viitattu 18.1.2014.b.

Kresse, W. & Fadaie, K. 2004. *ISO standards for geographic information*. Julkaisussa: Kumi-Boateng, B. & Yakubu, I. 2010. *Assessing the Quality of Spatial Data*. *European Journal of Scientific Research*. Vol.43 No.4. S507-515. ISSN 1450-216X.

Kumi-Boateng, B. & Yakubu, I. 2010. *Assessing the Quality of Spatial Data*. *European Journal of Scientific Research*. Vol.43 No.4. S 507-515. ISSN 1450-216X.

Larrivée, S., Yvan Bédard, Y., Gervai, M. & Roy, T. 2011. *New Horizons for Spatial Data Quality Research*. [Verkkodokumentti]. Centre for Research in Geomatics, Dept of Geomatics Sciences, Laval University, Quebec City, Canada. [Viitattu 10.5.2014]. Saatavissa: <http://yvanbedard.scg.ulaval.ca/wp-content/documents/publications/604.pdf>

Li, D., Zhang J. & Wu, H. 2012 *Spatial data quality and beyond*. *International Journal of Geographical Information Science*, 26:12, pp. 2277-2290. DOI:10.1080/13658816.2012.71962.

Maastotietojen laatumalli. 1995. [Verkkodokumentti]. Maanmittauslaitos. [Viitattu 23.2.2014]. Saatavissa: http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/Maastotietojen_laatumalli.pdf.

Mäkelä, J. (toim.). 2009. *A Common Data Quality Model for Reference Information in Large and Small Scales*. *EuroGeographics*. ECP-2007-GEO-317008. 49 s. [Viitattu 2.2.2014]. Saatavissa: http://www.esdin.eu/sites/esdin.eu/files/deliverable_8.1_esdin.pdf.

Pirsig, R. M. 1986. *Zen ja moottoripyörän kunnossapito*. Juva: Werner Söderström Osakeyhtiö. 457 s. ISBN 951-0-13796-0.

Sanastokeskus TSK ry. 2011. *Geoinformatiikan sanasto, 3. laitos* [Verkkodokumentti]. Helsinki, Suomi. Sanastokeskus TSK ry. 94 s. ISBN 978-952-9794-34-8. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavissa: <http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/GeoinformatiikanSanasto.pdf>

SFS-EN ISO 9004-2. 1994. *Laatujohtaminen ja laatujärjestelmien rakenneosat, suuntaviivat palveluille*. 2. painos. Helsinki: Painokartano Ky. 39 s.

Stein, A. & van Oort, P. 2006. *The Impact of Positional Accuracy on the Computation of cost Functions*. Teoksessa: Devillers, R. & Jeansoulin, R. (eds.) *Fundamentals of Spatial Data Quality*. London, Great Britain: ISTE Ltd. S. 107–122. ISBN-10: 1-905209-56-9.

Tolonen, T. 2008. *Metsähallituksen kuvioverkon laatu ja sen parantaminen*. Pro Gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos. Oulu. 65 s.

Tuokko, J. 2006. *Maastotietokannan jatkostrategia*. [Verkkodokumentti]. Maanmittaustieteiden Seuran julkaisu 43. S. 95 –103. [Viitattu 23.2.2014]. Saatavissa: http://mts.fgi.fi/paivat/2006/15_jurkka_tuokko.pdf.

Tuurala, T. 2010. *Laatuakatemia, Laatu - käsite ja tehtävät*. Internet: www.kotiposti.net/tuurala/Laatu.htm, viitattu 6.10.2013.

van Oort, P. 2005. *Spatial data quality: from description to application*. Rotterdam: NCG, Netherlands Geodetic Commission, Delft, Netherlands. 125 s. ISBN 90-6132-295-2.

Liitteet

Liite A: Laatumittarit (15 s.)

Liite B: SQL-kyselyt, esimerkkejä (3 s.)

Tietomalliin valitut laatumittarit tietolajeittain ja laatutekijöittäin

Tietolaji	Laatutekijä			
	Täydellisyys	Looginen eheys	Sijaintitarkkuus	Temaattinen tarkkuus
Rakennukset kohdetyypit 1000–1999	4			
nimi		10,19		
tyyppi				61
tyypin tarkenne				61
vastuuhenkilö		10,16,19		
arviointipvm		10,16		
kunto		10		
suojelu		10		
soveltuvuus liikuntaesteisille		10		
rakentamiskustannus		10,16		
rakentamisvuosi		10,16		
käyttötarkoitus (nykyinen)		10		
geoloc (geometria)		10	28	
geometrian tuottamistapa				61
bruttoala		10		
kerrosala		10		
postinumero				67
perustus		10		
vesikatto		10		
runko		10		
julkisivu		10		
kate		10		
lämmitystapa		10		
lämmönlähde		10		
vakuutettu		10		
Opastusrakennelmat kohdetyypit 2100–2199	4			
nimi		10,19		

Tietolaji	Laatutekijä			
	Täydellisyys	Looginen eheys	Sijaintitarkkuus	Temaattinen tarkkuus
tyyppi				61
tyypin tarkenne				61
vastuuhenkilö		10,16,19		
arviointipvm		10,16		
kunto		10		
suojelu		10		
soveltuvuus liikuntaesteisille		10		
rakentamiskustannus		10,16		
rakentamisvuosi		10,16		
käyttötarkoitus (nykyinen)		10		
geoloc (geometria)		10	28	
geometrian tuottamistapa				61
Muut rakennelmat kohdetyypit 2200–3199, 5100–6199, 8100–8299	4			
nimi		10,19		
tyyppi				61
tyypin tarkenne				61
vastuuhenkilö		10,16,19		
arviointipvm		10,16		
kunto		10		
suojelu		10		
soveltuvuus liikuntaesteisille		10		
rakentamiskustannus		10,16		
rakentamisvuosi		10,16		
käyttötarkoitus (nykyinen)		10		
geoloc (geometria)		10,11,26,27	28	
geometrian tuottamistapa		10		61
pituus		10		
leveys		10		
korkeus		10		

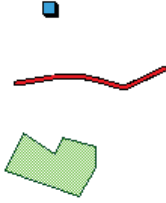
	Laatutekijä			
Tietolaji	Täydellisyys	Looginen eheys	Sijaintitarkkuus	Temaattinen tarkkuus
pinta-ala		10		
perustus		10		
vesikatto		10		
runko		10		
julkisivu		10		
kate		10		
päällyste		10		
henkilömäärä		10		
pituus		10		
vene- ja autopaikat		10		
Historialliset rakennelmat kohdetyypit 4100–4199	4			
nimi		10,19		
vastuuhenkilö		10,16,19		
arviointipvm		10,16		
kunto		10		
suojaus		10		
soveltuvuus liikuntaesteisille		10		
rakentamiskustannus		10,16		
rakentamisvuosi		10,16		
käyttötarkoitus (nykyinen)		10		
geoloc (geometria)		10,11,26,27	28	
geometrian tuottamistapa				61
Sillat kohdetyypit 4100–4199	4			
nimi		10,19		
tyyppi				61
tyypin tarkenne				61
vastuuhenkilö		10,16,19		
arviointipvm		10,16		
kunto		10		
suojaus		10		

	Laatutekijä			
Tietolaji	Täydellisyys	Looginen eheys	Sijaintitarkkuus	Temaattinen tarkkuus
soveltuvuus liikuntaesteisille		10		
rakentamiskustannus		10,16		
rakentamivuosi		10,16		
käyttötarkoitus (nykyinen)		10		
geoloc (geometria)		10,11,26,27	28	
geometrian tuottamistapa		10		61
hyötyleveys		10		
kantavuus		10		
jännemitta		10		
jännemitta 2		10		
jännemitta 3		10		
päällysrakenne		10		
perustus		10		
maatuet		10		
pääkannattajat		10		
kaiteet		10		
penkat		10		
välituet		10		
siltatyyppi		10		
Reitit kohdetyypit 9100–9199				
nimi		10,19		
tyyppi				61
tyypin tarkenne				61
vastuuhenkilö		10,16,19		
arviointipvm		10,16		
kunto		10		
suojaus		10		
soveltuvuus liikuntaesteisille		10		
rakentamiskustannus		10,16		
rakentamivuosi		10,16		

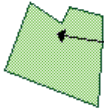
	Laatutekijä			
Tietolaji	Täydellisyys	Looginen eheys	Sijaintitarkkuus	Temaattinen tarkkuus
käyttötarkoitus (nykyinen)		10		
perustamisvuosi		10		
merkintätapa		10		
Reitinosä				
geoloc (geometria)	4	10,11,21,23,24,26,27	28	
geometrian tuottamistapa		10		61
reitinosan nimi		10,19		
leveys		10		
ylläpitäjä		10		
päällyste		10		

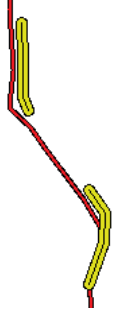
Laatumittareiden kuvaus

ID	3	Nimi / alias	Ylimääräisten yksilöiden suhde	
Mitattava laatutekijä	Täydellisyys		Laatutekijän osatekijä	Ylimääräinen tieto
Laadun perusmittari	virheellisyysuhde			
Määritelmä	Ylimääräisten yksilöiden lukumäärän suhde yksilöiden lukumäärään, jonka tulisi olla aineistossa			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	suhde			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki				

ID	4	Nimi / alias	Kahteen kertaan kerättyjen yksilöiden lkm	
Mitattava laatutekijä	täydellisyys		Laatutekijän osatekijä	ylimääräinen tieto
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Geometrialtaan kahteen kertaan kerättyjen yksilöiden lukumäärä aineistossa			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	<p>Kohteet joilla on identtiset omaisuustiedot ja koordinaatit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kaksi tai useampi piste päällekkäin - kaksi tai useampi viiva päällekkäin - kaksi tai useampi alue päällekkäin 			

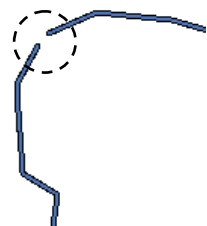
ID	7	Nimi / alias	Puuttuvien yksilöiden suhde	
Mitattava laatutekijä	täydellisyys		Laatutekijän osatekijä	puuttuva tieto
Laadun perusmittari	virheellisyysuhde			
Määritelmä	Puuttuvien yksilöiden lukumäärän suhde yksilöiden lukumäärään, jonka pitäisi olla aineistossa			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	suhde			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	-			

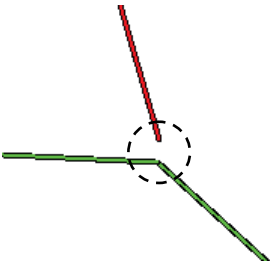
ID	10	Nimi / alias	Käsitekaavion kanssa epäyhtenäisten yksilöiden määrä	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	käsitteellinen eheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Käsitekaavion kanssa epäyhtenäisten yksilöiden lukumäärä tietoaaineistossa			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	Rakennus on tallennettu alueena		 RIIHIMÄKI aitta ja sauna	

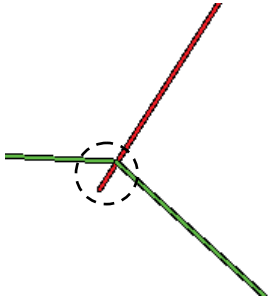
ID	11	Nimi / alias	Virheellisten päällekkäisrelaatioiden määrä / päällekkäiset geometriat	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	käsitteellinen eheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Virheellisten päällekkäisrelaatioiden lukumäärä tietoaainestossa			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	Pitkospuut ovat virheellisesti suhteessa reittiin.			

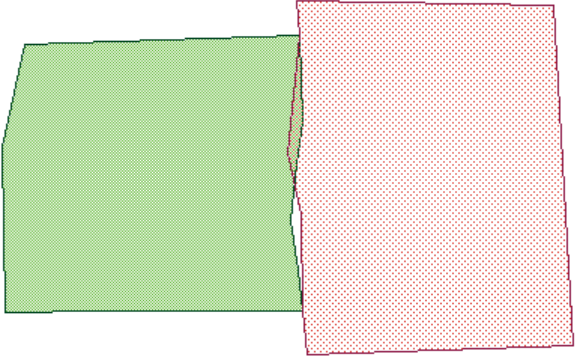
ID	16	Nimi / alias	Arvoalue-epäyhtenevien yksilöiden lkm	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	arvojoukkoeheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Arvoalue epäyhtenevien yksilöiden lukumäärä tietoaainestossa			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	-			

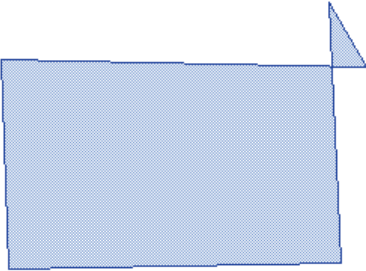
ID	19	Nimi / alias	Fyysisen rakenteen konfliktien lkm	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	formaattieheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Tietoaineiston fyysisen rakenteen kanssa konfliktissa tallennettujen yksilöiden lukumäärä aineistossa			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	-			

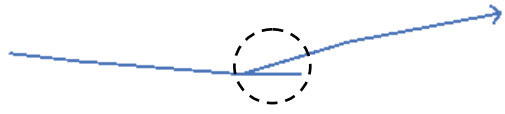
ID	21	Nimi / alias	Virheellisten piste-viiva yhdistävyysrelaatioiden määrä / Asiaankuulumattomat solmut	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	topologinen eheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Virheellisten piste-viiva yhdistävyysrelaatioiden määrä			
Kuvaus	Yhdistävyysrelaatio on virheellinen, jos tallennettu relaatio ei vastaa todellisuutta			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	<p>Reitinosa on kahdessa osassa ja osat eivät kytkeydy toisiinsa</p> 			

ID	23	Nimi / alias	Liian lyhyestä viivasta johtuvien puuttuvien yhdistävyysrelaatioiden määrä	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	topologinen eheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	-			
Kuvaus	Parametrina annetun yhdistämistoleranssin ulkopuolelle jäävien viivojen vuoksi puuttuvien yhdistävyysrelaatioiden lukumäärä			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	Reitinosa ei ulotu risteykseen saakka.			

ID	24	Nimi / alias	Liian pitkästä viivasta johtuvien puuttuvien yhdistävyys-relaatioiden määrä	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	topologinen eheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	-			
Kuvaus	Parametrina annetun hakusäteen ulkopuolelle jäävien viivojen vuoksi puuttuvien yhdistävyysrelaatioiden lkm			
Parametri	Parametrina hakusäteen pituus, jolla haetaan leikkaavaa viivaa			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	Reitinosa jatkuu virheellisesti risteyksen ohi.			

ID	25	Nimi / alias	Virheellisten kaistaleiden määrä	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	topologinen eheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Virheellisten kaistaleiden lukumäärä aineistossa			
Kuvaus	Kaistale on merkityksetön reunaviivojen leikkausala, joka syntyy, kun esim. kaksi vierekkäistä aluetta digitoidaan epätarkasti.			
Parametri	Parametreina kaistaleen maksimikoko ja leveys			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	ESRI GIS Data ReViewer 4.2 User Guide			
Esimerkki	Kahden alueen reunaviivat eivät yhdy oikein			

ID	26	Nimi / alias	Virheellisten itseäänleikkaavuuksien lkm/looppi	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	topologinen eheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Virheellisesti itseään leikkaavien yksilöiden lukumäärä			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	Alue leikkaa itseään (rusetti)			

ID	27	Nimi / alias	Virheellisten itsensä kanssa päällekkäisyyksien lkm/takaisinpäinpaluu	
Mitattava laatutekijä	looginen eheys		Laatutekijän osatekijä	topologinen eheys
Laadun perusmittari	virheellisten lukumäärä			
Määritelmä	Virheellisesti itsensä kanssa päällekkäisten yksilöiden lkm			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	kokonaisluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	Reitinosa on osittain itsensä kanssa päällekkäin			

ID	28	Nimi / alias	Koordinaattierojen keskiarvo 1D, 2D ja 3D (mean value of positional uncertainties)	
Mitattava laatutekijä	sijaintitarkkuus		Laatutekijän osatekijä	absoluuttinen tai ulkoinen tarkkuus
Laadun perusmittari	ei ole			
Määritelmä	Pisteille laskettujen koordinaattierojen keskiarvo. Koordinaatit pisteille on määritetty mitattujen pisteiden ja totena pidettyjen pisteiden etäisyyksinä.			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	mitta			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	<p>Joukolle pisteitä (N), mitatut koordinaattiarvot ovat x_{mi}, y_{mi} and z_{mi} riippuen dimensiosta. Vastaavat totena pidetyt koordinaattiarvot ovat, x_{ti}, y_{ti} and z_{ti}. Virheet lasketaan kaavoilla:</p> <p>1D: $e_i = x_{mi} - x_{ti}$</p> <p>2D: $e_i = \sqrt{(x_{mi} - x_{ti})^2 + (y_{mi} - y_{ti})^2}$</p> <p>3D: $e_i = \sqrt{(x_{mi} - x_{ti})^2 + (y_{mi} - y_{ti})^2 + (z_{mi} - z_{ti})^2}$</p> <p>Absoluuttinen tai ulkoinen tasokoordinaattierojen keskiarvo lasketaan kaavalla:</p> $\bar{e} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_i$ <p>Huom: tämä mittari on eri kuin keskihajonta.</p>			

ID	36	Nimi / alias	Lineaarinen kartan tarkkuus 95 %:n varmuudella LMAS 95 % 2σ	
Mitattava laatutekijä	sijaintitarkkuus		Laatutekijän osatekijä	absoluuttinen tai ulkoinen tarkkuus
Laadun perusmittari	LE95 tai LE95(r), riippuen keskihajonnan estimoinnista			
Määritelmä	Maksimi- ja minimiarvoina annetun vaihteluvälin puolikas. Todellinen arvo on tällä välillä 95 %:n todennäköisyydellä.			
Kuvaus	Katso ISO 19157 G.3.2 tai JHS 160 liite II kohta C.3.2. Normaalijakautuneessa aineistossa 95 % arvoista on kahden keskihajonnan sisällä.			
Parametri	-			
Tietotyyppi	mitta			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	-			

ID	45	Nimi / alias	Virheympyrä 95 %:n varmuudella / navigointitarkkuus	
Mitattava laatutekijä	sijaintitarkkuus		Laatutekijän osatekijä	absoluuttinen tai ulkoinen tarkkuus
Laadun perusmittari	CE95			
Määritelmä	Säde, joka määrittää ympyrän, jonka sisällä todellinen pisteen sijainti on 95 %:n varmuudella.			
Kuvaus	Katso ISO 19157 G.3.3. tai JHS 160 liite II kohta C.3.3.			
Parametri	-			
Tietotyyppi	mitta			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	-			

ID	61	Nimi / alias	Väärinluokittelusuhde	
Mitattava laatutekijä	temaattinen tarkkuus		Laatutekijän osatekijä	luokittelun oikeellisuus
Laadun perusmittari	virheellisyysuhde			
Määritelmä	Virheellisesti luokiteltujen suhde oletettuun kokonaismäärään			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	reaaliluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	-			

ID	67	Nimi / alias	Virheellisten ominaisuusarvojen suhde	
Mitattava laatutekijä	temaattinen tarkkuus		Laatutekijän osatekijä	ominaisuustietojen oikeellisuus
Laadun perusmittari	virheellisyysuhde			
Määritelmä	Virheellisten ominaisuusarvojen suhde ominaisuusarvojen kokonaismäärään			
Kuvaus	-			
Parametri	-			
Tietotyyppi	reaaliluku			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	-			

ID	71	Nimi / alias	Ominaisuusarvojen tarkkuus 95 %:n tarkkuudella	
Mitattava laatutekijä	temaattinen tarkkuus		Laatutekijän osatekijä	kvantitatiivisten ominaisuustietojen tarkkuus
Laadun perusmittari	LE95 tai LE95(r), riippuen keskihajonnan estimoinnista			
Määritelmä	Puolet ylä- ja ala-arvon luottamusvälistä, jonka sisällä todellinen arvo on 95 %:n varmuudella			
Kuvaus	Katso ISO 19157 G.3.2. tai JHS 160 liite II kohta C.3.2. Normaalijakautuneessa aineistossa 95 % arvoista on kahden hajonnan sisällä			
Parametri	-			
Tietotyyppi	mitta			
Rakenne	-			
Viitetiedot – laatumittari	-			
Esimerkki	-			

Tähän on valittu muutamia Reiska-laatumallin laatumittareita ja esimerkkinä SQL-kielisiä tietokantakyselyjä, joilla vastaavan laatumittarin mukaista laatutekijää voidaan arvioida.

ID 4: Kahteen kertaan kerättyjen yksilöiden lkm
Mitattava laatutekijä: täydellisyys
Laatutekijän osatekijä: ylimääräinen tieto
Määritelmä: Geometrialtaan kahteen kertaan kerättyjen yksilöiden lukumäärä aineistossa

Kysely palauttaa kohteet, joilla on tyypityksen ja kohteen olotilan mukaan identtiset omaisuustiedot sekä identtiset koordinaatit.

```
SELECT a.kohde_id, b.kohde_id, b.geoloc.GET_WKT() koordinaatit
FROM reiska.rakennus a, reiska.rakennus b, reiska.rg_kohde c, reiska.rg_kohde
d
WHERE SDO_RELATE(a.Geoloc, b.Geoloc,
                  'mask= EQUAL') = 'TRUE'
AND a.kohde_id = c.kohde_id
AND b.kohde_id = d.kohde_id
AND c.kohde_id <> d.kohde_id
AND c.tyypin_tarkenne = d.tyypin_tarkenne
AND c.olotila = d.olotila;
```

ID 10: Käsitekaavion kanssa epäyhtenäisten yksilöiden määrä
Mitattava laatutekijä: looginen eheys
Laatutekijän osatekijä: käsitteellinen eheys

Kysely palauttaa rakennukset, joiden geometria ei ole piste. Rakennuksen geometrian on aina oltava piste (2001).

```
SELECT k.kohde_id, k.nimi, tyypin_tarkenne, k.haltija, r.geoloc.sdo_gtype as
geometriatyyppi
FROM reiska.rg_kohde k
JOIN reiska.rakennus r on k.kohde_id = r.kohde_id
WHERE r.geoloc.sdo_gtype in(2002,2005,2006,2003,2007,2004)
ORDER BY haltija, kohde_id;
```

```
/*
2001 = Point
2002 = Line
2005 = Multipoint
2006 = Multiline
2003 = Polygon
2007 = Multipolygon
2004 = Collection
```

ID 11:	Virheellisten päällekkäisrelaatioiden määrä / päällekkäiset geometriat
Mitattava laatutekijä:	looginen eheys
Laatutekijän osatekijä:	käsitteellinen eheys

Kysely palauttaa sellaiset pitkospuurakennelmat ovat virheellisesti suhteessa reittiin. Eli ne eivät ole täsmällisesti reitin päällä kuten pitäisi.

```
SELECT a.reitinosa_id, a.tooltip, b.kohde_id, c.nimi, c.haltija, b.pituus,
b.geoloc.GET_WKT() koordinaatit
FROM reiska.reitinosa a, reiska.rakenne b, reiska.rg_kohde c
WHERE SDO_RELATE(a.Geoloc, b.Geoloc,
                 'mask= OVERLAPBDYINTERSECT') = 'TRUE'
AND b.kohde_id = c.kohde_id
AND c.tyypin_tarkenne in (2231, 2231) -- pitkokset ja pyörätuolipitkokset

ORDER BY haltija, vastuuhenkilö, kohde_id;
```

ID 21:	Virheellisten piste-viiva yhdistävyysrelaatioiden määrä / Asiaankuulumattomat solmut
Mitattava laatutekijä:	looginen eheys
Laatutekijän osatekijä:	looginen eheys

Yhdistävyysrelaatio on virheellinen, jos tallennettu relaatio ei vastaa todellisuutta. Kysely palauttaa reitinosat, joiden geometria koostuu useammasta kuin yhdestä viivasegmentistä.

```
SELECT k.kohde_id, k.nimi, k.organisaatio_omistaja, r.reitti_id,
re.rei_reitinosaid, re.nimi as reitinosan_nimi
FROM reiska.rg_kohde k
JOIN reiska.reitti r on k.kohde_id = r.kohde_id
JOIN reiska.reitin_reitinosat re on r.reitti_id=re.reitti_id
WHERE re.geoloc.sdo_gtype = 2006
```

Laatumittarin antama tulos eli virheellisten lukumäärä saadaan suoraan kyselyllä:

```
SELECT count(*)
FROM reiska.rg_kohde k
JOIN reiska.reitti r on k.kohde_id = r.kohde_id
JOIN reiska.reitin_reitinosat re on r.reitti_id=re.reitti_id
WHERE re.geoloc.sdo_gtype = 2006
```

ID 23: Liian lyhyestä viivasta johtuvien puuttuvien
yhdistävyysrelaatioiden määrä
Mitattava laatutekijä: looginen eheys
Laatutekijän osatekijä: topologinen eheys

Parametrina annetun yhdistämistoleranssin ulkopuolelle jäävien viivojen vuoksi puuttuvien yhdistävyysrelaatioiden lukumäärä. Kysely palauttaa reitinosat, joiden päät eivät yhdisty. Yhdistämistoleranssiksi on annettu 2 m.

```
SELECT a.reitinosa_id as osa_A, c.nimi A_REITINOSAN_NIMI, a.tooltip as  
A_REITILLA, b.reitinosa_id as osa_B, d.nimi as B_REITINOSAN_NIMI, b.tooltip as  
B_REITILLA  
FROM reitinosa a, reitinosa b, reitin_reitinosat c, reitin_reitinosat d  
WHERE a.reitinosa_id = c.reitinosa_id  
AND b.reitinosa_id = d.reitinosa_id  
AND SDO_RELATE(a.Geoloc, b.Geoloc,  
                'mask=DISJOINT') = 'TRUE'  
AND SDO_WITHIN_DISTANCE(a.Geoloc, b.Geoloc,  
                          'distance = 2') = 'TRUE'  
ORDER BY a. reitinosa_id
```

ID 26: Virheellisten itseäänleikkaavuuksien lkm/looppi
Mitattava laatutekijä: looginen eheys
Laatutekijän osatekijä: topologinen eheys

Kysely tarkistaa ovatko geometriat valideja ja palauttaa tiedon kohteista, joiden geometria on virheellinen.

```
SELECT c.kohde_id, SDO_GEOM.VALIDATE_GEOMETRY_WITH_CONTEXT(c.geoloc, 0.005)  
FROM rakennelma c WHERE c.kohde_id > 1;
```

Alla esimerkki tuloksesta. Kohteella nro 162971 on virheellinen geometria. Virhekoodi 13349 ilmaisee, että kyseessä on alue, joka leikkaa itseään (looppi).

```
162971 13349 [Element <1>] [Ring <1>][Edge <2>][Edge <13>]
```